Presidenza del Consiglio dei Ministri

CNB
COMITATO NAZIONALE
PER LA BIOETICA

CNBBSV
COMITATO NAZIONALE PER LA BIOSICUREZZA
LE BIOTECNOLOGIE E LE SCIENZE DELLA VITA

SVILUPPI DELLA ROBOTICA E DELLA ROBOETICA

17 luglio 2017

Membri del gruppo di lavoro

Per il Comitato Nazionale di Bioetica:

Prof. Lorenzo d'Avack, Ordinario di filosofia del diritto, Università degli Studi Roma Tre, Presidente Vicario del Comitato Nazionale di Bioetica (coordinatore)
Prof. Riccardo Di Segni, Rabbino Capo della Comunità Ebraica di Roma, Vice Presidente del Comitato Nazionale di Bioetica (coordinatore)
Prof.ssa Laura Palazzani, Ordinario di filosofia del diritto, Università di Roma Lumsa, Vice Presidente del Comitato Nazionale di Bioetica (coordinatore)
Prof. Salvatore Amato, Ordinario di filosofia del diritto, Università degli Studi di Catania (coordinatore)
Prof.ssa Luisella Battaglia, Ordinario di filosofia morale e di bioetica, Università degli Studi di Genova (coordinatore)
Prof. Carlo Casonato, Ordinario di diritto pubblico comparato, Università degli Studi di Trento
Prof.ssa Marianna Gensabella, Ordinario di Filosofia morale, Università di Messina
Dott. Maurizio Benato, Delegato Federazione Nazionale degli Ordini dei Medici Chirurghi e Odontoiatri
Dott. Carlo Petrini, Delegato Istituto Superiore di Sanità

Per il Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita

Prof. Andrea Lenzi, Ordinario di endocrinologia, Università di Roma La Sapienza, Presidente del Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita (coordinatore)
Prof. Carlo Caltagirone, Ordinario di neurologia, Università degli Studi di Roma Tor Vergata (coordinatore, componente anche del CNB)
Prof. Roberto Cingolani, Direttore Scientifico dell'Istituto Italiano di Tecnologia (coordinatore)
Prof.ssa Roberta Siliquini, Direttore del Consiglio Superiore di Sanità (coordinatore)
Prof. Antonio Amoroso, Ordinario di genetica medica, Università di Torino
Prof. Pier Angelo Morandini, Docente di biotecnologie industriali vegetali e ambientali, Università di Milano
Prof. Pier Franco Pignatti, Ordinario di genetica medica, Università degli Studi di Verona

Per la struttura di supporto

Dott.ssa Agnese Camilli (coordinatore)
Sig.ra Lorella Autizi
Dott.ssa Patrizia Carnevale
Dott.ssa Raffaella Falco
Dott. Andrea Giovannelli
Dott.ssa Dorothea Karic
Dott.ssa Stefania Mariotti
Sig. Angelo Rocchi
Dott. Carlo Santoro

INDICE

Presentazione 4

Premessa 6

I. Brevi descrizioni dello sviluppo della robotica e delle sue applicazioni tecnologiche 6

1. Definizione e distinzioni preliminari: robot e IA 6

2. Documenti recenti 9

3. Robot con corpo meccanico e intelligenza artificiale: possibilità e limiti 11

II. Robotica, roboetica e società 15

1. *Premessa* 15

2. Sostituzione del lavoro umano e nuovi lavori 16

3. *Dipendenza robotica* 19

4. Informazione ai cittadini e "metabolizzazione" dell'innovazione 19

5. *Disuguaglianza: il "robotic divide"* 21

6. Come programmare l'uso sociale ed etico del robot: la responsabilità della scienza 21

7. *Un codice etico per i progettisti* 22

III. Biorobotica e roboetica in ambito medico e biomedico 24

1. *La chirurgia robotica* 25

2. *L'assistenza robotica o robotica per l'assistenza* 26

3. *La biorobotica e neuro-robotica* 27

IV. La robotica in campo militare, poliziesco e di sorveglianza 29

V. Il problema della responsabilità giuridica 33

VI. Raccomandazioni 35

Presentazione

Il parere sulla robotica/roboetica, nei profili scientifico-tecnologici, etici e giuridici è stato elaborato dal gruppo misto costituito dal Comitato Nazionale per la Bioetica e dal Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e la Scienza della Vita.

A partire da una preliminare definizione di robot e di intelligenza artificiale, il documento delinea le possibilità, potenzialità e limiti delle nuove emergenti tecnologie, distinguendo i robot con un corpo da quelli senza corpo (meccanico), con e senza intelligenza. Il centro della riflessione riguarda il rapporto tra il "corpo" (robot) e il "cervello" (IA) e la loro interconnessione. Il documento si sofferma sul confine tra automazione (meccanica) e autonomia (umana), delineando gli scenari che si prefigurano alla luce delle recenti trasformazioni della robotica applicate in diversi ambiti, al fine di evitare confusioni, falsi ottimismi o catastrofismi e precisando, in modo equilibrato e critico, quali sono le linee di riflessione di robot-etica e giuridica che delineano l'orizzonte di governance delle nuove tecnologie.

In particolare il documento si sofferma sulla sostituzione robotica del lavoro umano e sui nuovi lavori specificamente umani (non sostituibili dalla tecnica); sulla dipendenza robotica (intesa come dipendenza sociale e personale, o come "vulnerabilità tecnologica"); sull'informazione ai cittadini finalizzata ad aumentare la consapevolezza critica e favorire la "metabolizzazione" dell'innovazione; sul "*robotic divide*" e la diseguaglianza nell'accesso alle tecnologie per i costi e per la competenza e motivazione ad utilizzarle; sulla responsabilità degli scienziati e sui codici etici e deontologici dei progettisti (che si richiamano ai principi di dignità, la privacy e la sicurezza delle persone).

Specifica attenzione è dedicata alle applicazioni nell'ambito della medicina (potenzialità e limiti della chirurgia robotica, in specie nella sperimentazione; nell'assistenza robotica o robotica per l'assistenza; nella biorobotica e neurorobotica); nel campo militare e nella sorveglianza e alle nuove possibili configurazioni della responsabilità giuridica.

I Comitati delineano, in conclusione, alcune raccomandazioni alla società, identificate nella necessità di una consapevolezza critica, promozione di un'analisi interdisciplinare dell'impatto sociale della robotica, considerazione della giustizia e non discriminazione, esigenza di codici etici per programmatori di robot e di comitati etici per la ricerca robotica, dello studio dell'etica nei corsi di ingegneria e informatica.

In ambito medico i Comitati raccomandano l'esigenza di un bilanciamento rischi, costi e benefici nella sperimentazione e applicazione robotica e equità di accesso; nell'ambito militare è auspicata l'implementazione di studi sulla problematicità etica della robotica militare e indicata l'urgenza di una presa di posizione della comunità internazionale, sugli sviluppi della nascente tecnologia delle armi autonome.

Infine, in ambito giuridico, è sottolineata la necessità di un chiarimento del nuovo significato e dei limiti della responsabilità giuridica umana nei confronti dei robot, la tutela dei cittadini e la sicurezza, nell'auspicio di una normativa europea.

Il gruppo di lavoro è stato coordinato per il CNBBSV dai Proff.: Andrea Lenzi, Carlo Caltagirone (quest'ultimo anche membro del CNB), Roberto Cingolani e Roberta Siliquini e per il CNB dai Proff.: Lorenzo d'Avack, Laura Palazzani, Riccardo Di Segni, Salvatore Amato e Luisella Battaglia.

Il parere si è avvalso dell'audizione del Prof. Roberto Cingolani e delle osservazioni e argomentazioni dei Proff.: Antonio Amoroso, Carlo Casonato, Bruno Dallapiccola, Pier Angelo Morandini, Pier Franco Pignatti e il Dott. Carlo Petrini.

Il parere è corredato da immagini che sono state presentate dal Prof. Roberto Cingolani durante l'audizione e poste a disposizione per la pubblicazione.

Il documento è stato votato all'unanimità dei presenti al CNB in data 26 maggio 2017 (Proff.: Salvatore Amato, Luisella Battaglia, Carlo Caltagirone, Stefano Canestrari, Carlo Casonato, Francesco D'Agostino, Bruno Dallapiccola, Antonio Da Re, Lorenzo d'Avack, Riccardo Di Segni, Carlo Flamigni, Paola Frati, Silvio Garattini, Marianna Gensabella, Assunta Morresi, Andrea Nicolussi, Laura Palazzani, Massimo Sargiacomo, Monica Toraldo Di Francia e Grazia Zuffa; tra i membri consultivi, Dott.: Maurizio Benato e Carlo Petrini) e al CNBBSV in data 17 luglio 2017 (Proff.: Carlo Caltagirone, Paolo Gasparini, Maurizio Genuardi, Marco Gobbetti, Paola Grammatico, Piero Angelo Morandini, Luigi Naldini, Ferdinando Nicoletti, Giuseppe Novelli, Pier Franco Pignatti, Roberta Siliquini, Paolo Visca).

Assenti alla votazione, hanno espresso successivamente la loro adesione: per il CNB, la Proff.ssa Cinzia Caporale e, per il CNBBSV, i Proff.. Antonio Amoroso, Antonio Bergamaschi, Roberto Cingolani, Mauro Magnani.

Premessa

Il Gruppo di lavoro costituito fra Comitato Nazionale per la Bioetica e Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita vuole offrire una riflessione sulla robotica ed esprimere un parere che contribuisca a delineare la posizione italiana anche nell'ambito di progetti europei per la regolamentazione della robotica sotto l'aspetto sia etico che giuridico[1].

I. Brevi descrizioni dello sviluppo della robotica e delle sue applicazioni tecnologiche

1. Definizione e distinzioni preliminari: robot e IA

Definire che cosa è un "robot" è impresa non facile, considerato il rapido e continuo sviluppo della robotica e il suo significato nel rapporto tra etica e tecnica (o nella considerazione della tecnica dal punto di vista dell'etica)[2]. Inizialmente il termine "robot", coniato da K. Capek nel 1920 in sostituzione del termine "automa", indicava una macchina artificiale e meccanica, costruita

[1] *Cfr. Progetto di rapporto del Parlamento europeo recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica per la realizzazione di procedure europee standardizzate*, 2016.

Nella Grecia antica, il termine *Banausia* (da *banausos, "Artigiano", "lavoro manuale, meccanico"*) era utilizzato per riferirsi al lavoro manuale e all'arte meccanica in generale. Il termine veniva utilizzato dai greci in accezione negativa, per cui l'artigiano, o chiunque praticasse i mestieri manuali, era considerato inferiore a chi invece non se ne occupava. Successivamente, si è assistito alla nascita di una rivalutazione della tecnica nella cultura europea fra il 1400 e i primi anni del secolo XVIII, in considerazione del fatto che alcuni dei procedimenti in uso a tecnici e artigiani per modificare la natura giovano alla conoscenza della realtà naturale. La difesa delle arti meccaniche dall'accusa di indegnità, il rifiuto di far coincidere le operazioni pratiche con il concetto di schiavo, implicavano in realtà l'abbandono di una millenaria immagine della scienza e la fine di una distinzione tra il conoscere e il fare. In questo contesto di rivalutazione della scienza e delle arti meccaniche, il grande filosofo Francis Bacon per primo trattò con forza il tema dell'ambiguità costitutiva della tecnica. Malgrado *vecchia* più di 400 anni, l'intuizione di Bacon circa l'ambiguità del progresso tecnologico acquista maggiore peso nell'era dello sviluppo della robotica e dell'intelligenza artificiale (IA).

L'ambiguità della tecnica permane, ma con altro segno, nel passaggio dalla tecnica antica a quella moderna, evidenziato da Heidegger (M. HEIDEGGER, *La questione della tecnica*, in *Saggi e discorsi*, a cura di G. VATTIMO, Mursia, Milano 1980). L'aumento quantitativo del potere tecnico porta ad un balzo qualitativo: la tecnica moderna non si limita ad utilizzare la natura per soddisfare i bisogni dell'uomo, rimanendo all'interno del suo equilibrio, ma rompe con le sue pretese di estrazione e accumulazione, l'equilibrio uomo-natura. La natura è pro-vocata dall'uomo, ma solo in quanto l'uomo è già, da parte sua, pro-vocato dalla tecnica. Non è più la tecnica ad essere uno strumento nelle mani dell'uomo, ma è l'uomo ad essere un suo "funzionario" (M. HEIDEGGER, *Perché i poeti*, in *Sentieri interrotti*, a cura di P. CHIODI, La Nuova Italia, Firenze 1979). L'immagine di Goethe dell'"apprendista stregone" che mette in moto un meccanismo destinato a dominarlo ritorna nel funzionario della tecnica di cui parla Heidegger e nel "pericolo" che appare insito nell'essenza della tecnica moderna. Un pericolo che però non è inevitabile: anche per Heidegger vi è un'ambiguità nell'essenza della tecnica, ed è su quest'ambiguità che si può far lega per liberarci dalla costrizione a cui la tecnica moderna sembra costringerci, dalla dipendenza dai suoi oggetti, dall'impulso a perfezionarli sempre di più, comportandoci "altrimenti". Questo "altrimenti" che per Heidegger significa fare a meno degli oggetti della tecnica e l'"abbandono" di fronte alle cose (M. HEIDEGGER, *L'abbandono*, a cura di C. ANGELINO, Il Melangolo, Genova 1983), assume in Hans Jonas il significato forte di un impegno a ripensare "un'etica per la civiltà tecnologica" all'insegna del principio di responsabilità (H. JONAS, *Il principio di responsabilità*, Einaudi, Torino 1979).

dall'uomo per svolgere precise funzioni, con riferimento originario a funzioni di lavoro (robot, nella lingua ceca, indica il lavoro). Ma la robotica ha fatto straordinari progressi negli ultimi sessant'anni: da oggetti meccanici, statici, recettivi, ripetitivi ed esecutivi, oggi i robot stanno divenendo enti autonomi, mobili con funzioni generali e non solo specifiche, con capacità di apprendimento e adeguamento all'ambiente (anche senza il controllo di un operatore), in modo non sempre prevedibile, con capacità di cognizione analitica, comunicazione (riconoscimento della parola), espressione, emozioni o imitazioni delle emozioni umane nell'aspetto esteriore. E in un futuro, più o meno prossimo, si pensa e si discute, forse con un certo ottimismo scientifico, di robot muniti di una intelligenza artificiale (cd. IA) con capacità analoga all'uomo di riflessione, decisione, autodeterminazione. Così che il robot negli aspetti più consueti - grazie anche alla rappresentazione che ne viene fatta dai mass media, dalla letteratura, dai film, dalle serie televisive - si presenta come un "corpo" meccanico che pensa e si comporta come un essere umano[3].

Innanzitutto occorre distinguere i robot (immagine n. 1) che hanno un corpo (*with body*) da quelli che non ce l'hanno (*without body*). Avere un corpo significa essere in grado di attuare dei movimenti, cioè di produrre lavoro fisico, a differenza di un computer che non è in grado di fare alcun movimento cinematico-dinamico, cioè è immobile. I robot con il corpo possono essere "stupidi" o "intelligenti", cioè non dotati o dotati di capacità cognitive e lo stesso vale per quelli senza corpo.

TIPI DI ROBOT



(Immagine n. 1)

[3] Basti ricordare: *Blade runner, Intelligenza artificiale*; le diverse versioni di *Matrix*; *Io Robot*; *Ex Machina*, ecc.

Un robot con il corpo “stupido” in genere svolge automazione (ad es. lavori meccanici, domestici, ecc.), aumentando la produttività e la performance degli umani dai quali è guidato e che aiuta, non prendendo decisioni autonome: qualsiasi cosa buona o sbagliata faccia, dipende dal programma e dal pilota, cioè dall’uomo.

Un robot con il corpo “intelligente” può essere un umanoide o una macchina autonoma, non necessariamente antropomorfa. Anche esso aumenta la produttività, rimpiazzando gli umani nei mestieri di routine o in attività pericolose (ad es. lavora in catena di montaggio, svolge attività in situazioni di emergenza o in situazioni belliche o in luoghi insalubri, radioattivi ecc.)[4].

Le macchine senza corpo “stupide” (tv, radio, telefono, ecc.) si usano per divertimento o per comunicare, da tempo diventati oggetti di vita quotidiana dai quali l’uomo è ormai “dipendente”.

Le macchine senza corpo “intelligenti” (partendo dal telefono mobile “smart” per arrivare ai super computer, all’intelligenza distribuita o artificiale Google, Cloud, ecc.) aiutano gli umani a progettare, ad accumulare dati e immagini, a calcolare, a scrivere, a prevedere, rimpiazzandoli nei lavori di routine cognitiva.

Un elemento centrale da chiarire per l’elaborazione etica e giuridica è la distinzione tra “corpo” (robot) e “cervello” (IA), e al tempo stesso la loro interconnessione (corpo e cervello non si possono separare, perché non è né il corpo né il cervello a dominare, ma è fondamentale il nesso, l’orchestrazione tra i due).

La storia della robotica con IA sembra confermare una ripetitiva illusione da parte degli scienziati e ricercatori nella creazione di robot super-intelligenti. L’espressione “intelligenza artificiale” è stata coniata nel 1956 dal matematico americano John McCarthy e scienziati e filosofi fin da allora non hanno smesso di riflettere intorno alla questione della “intelligenza” delle macchine. Nella maggior parte dei casi l’obiettivo perseguito dai ricercatori dell’IA consiste nel realizzare ciò che al momento appare come uno tra i risultati scientifici più inaccessibili: capire i principi ed i meccanismi del funzionamento del cervello dell’uomo allo scopo di riprodurre in una macchina l’intelligenza umana. Agli anni ’60 risale la pubblicazione dei primi saggi che individuavano molti degli ostacoli che gli studi sull’intelligenza artificiale avrebbero incontrato negli anni successivi, essenzialmente a causa della forte differenza dei risultati ottenuti con le funzioni cognitive proprie degli essere umani. Nel 1969 abbiamo la pubblicazione del volume *Perceptrons* di Marvin Minsky e Seymour Papert che evidenziava i limiti delle prime reti neurali artificiali realizzate dagli stessi autori del volume[5]. Considerata l’autorevolezza degli autori, la pubblicazione di *Perceptrons* determinò una consistente riduzione d'interesse scientifico e di finanziamenti che ebbe a protrarsi sino ai primi anni ’90. Successivamente abbiamo un vero e proprio risveglio della ricerca nel campo dell’intelligenza artificiale e questa ricerca si concentra sull’“agente intelligente” come entità. Fioriscono quindi gli studi sui software intelligenti e sugli agenti intelligenti

[4] Attualmente l’Istituto Italiano di Tecnologia di Genova sta costruendo un centauro, con la parte di sopra simile all’uomo e la parte di sotto che può andare sulle rocce, nei posti dove non vanno nemmeno i mezzi cingolati e, quindi, può essere anche una macchina post-evoluzionista.

[5] M. MINSKY, S. PAPERT, *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*, The MIT Press, Cambridge MA,1969.

"incorporati" in un sistema fisico quale ad esempio i computer detti di cognizione[6].

Anche in considerazione delle nuove generazioni di computer, si rinnova la speranza che l'uomo possa costruire robot intelligenti[7]. Soprattutto i progressi della ricerca scientifica nel campo della robotica tendono a fornire sistemi utili alla soluzione di problemi importanti per l'uomo e la società[8]. Torna in auge la domanda: dobbiamo porci il problema fin d'ora che presto gli esseri umani saranno obsoleti? Minsky ebbe a scrivere: "I robot erediteranno la terra? Sì ma quei robot saranno i nostri figli!"[9].

Va detto che lo sviluppo tecnologico propone in termini reali, oggi o in tempi molto prossimi, dei problemi etici e di significato che non sono nuovi nella storia del pensiero umano. La possibilità di creare con mezzi alchemici, magici o mistici, degli esseri con caratteristiche umane è stata considerata in diverse culture e si è espressa in miti e leggende; che non solo hanno parlato della creazione di esseri utili, ma hanno paventato il rischio della incontrollabilità di queste creature e della necessità di disporre di mezzi per disattivarle. Oggi tutto questo potrebbe non essere più un mito[10].

2. Documenti recenti

La discussione sia in Europa che fuori del Continente è in fase crescente anche se la prospettiva può assumere posizioni diverse. In realtà ognuna delle categorie sopra descritte presenta dei problemi di sostenibilità, d'impatto positivo e negativo, di etica, dei problemi regolatori che andrebbero sviluppati ad hoc.

Fra i documenti più recenti sulla robotica vanno considerati quello pubblicato nell'ottobre 2016 dall'Ufficio *For Science and Technology* della Casa Bianca *Artificial Intelligence, Automation, and the Economy* e il *Progetto di rapporto recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica* della Commissione Affari Legali del Parlamento Europeo, pubblicato nel maggio 2016 e tradotto in Risoluzione nel febbraio 2017.

Il primo documento (immagine n. 2) è centrato sull'intelligenza artificiale: il *core* non è la robotica, ma l'*Artificial Intelligence* (AI) e, in particolare, come si organizza una *Good AI Society*, cioè una buona società centrata intorno all'intelligenza artificiale. Tale documento, redatto dai rappresentanti della

[6] Nel 1997 il computer Deep Blue dell'IBM, che poteva elaborare undici miliardi di operazioni al secondo, compie un'impresa storica battendo agli scacchi il campione mondiale Garry Kasparov. Ma risultò evidente che Deep Blue non poteva pensare e questo attenuò l'entusiasmo per la ricerca sull'intelligenza artificiale.

[7] Dal 6 all'8 gennaio 2015 si è svolta la seconda conferenza Internazionale "Beneficial AI", al termine della quale è stato adottato il documento "Asilomar AI Principles", contenente 23 principi di riferimento per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale. I 23 principi spaziano dalle strategie per la ricerca, alle implicazioni per il diritto, alle conseguenze per le future generazioni. I principi sono raggruppati in tre aree: ricerca; etica e valori; prospettive a lungo termine.

[8] P. MC CORDUCK, *Machines Who Think*, Natick, MA: A. K. Peters, Ltd., 2004 e S. RUSSELL, S. NORVIG, *Artificial Intelligence: a Modern Approach*, New York, NY 2003; P. HUSBANDS, *Robotics*, in K. FRANKISH, W. M. RAMSEY (eds.), *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*, Cambridge University Press, Cambridge 2014.

[9] MINSKY, *Ivi*.

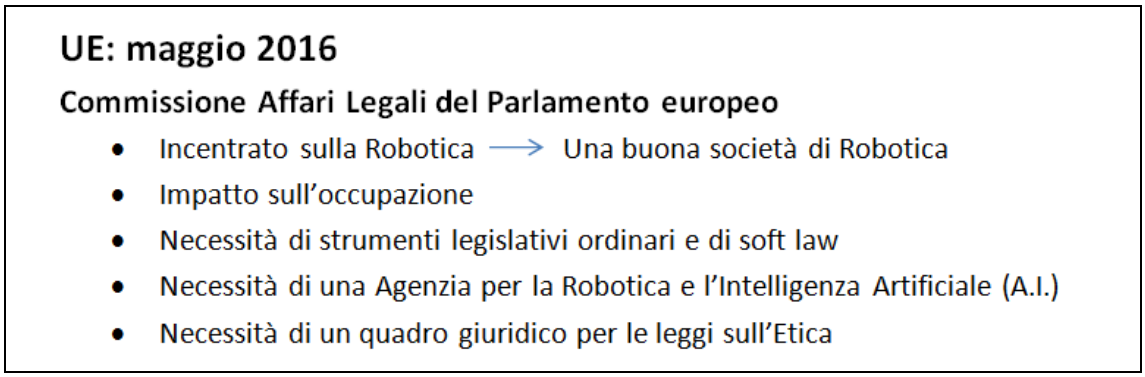
[10] Emblematico in questo senso il mito ebraico del Golem (v. B. HENRY, *Dal Golem ai cyborgs. Trasmigrazioni nell'immaginario*, Belforte, Livorno 2013).

Silicon Valley, è fortemente ottimista: l'AI aiuterebbe a migliorare qualsiasi cosa, trattando anche di *cyber war* e armi autonome, mentre l'etica è confinata a rendere trasparente tutto ciò che riguarda le macchine.



(Immagine n. 2)

Il secondo documento (immagine n. 3) è un documento propriamente sulla robotica, cioè sulla *Good Robotics Society*, e non sulla *Good AI Society.* La *Good Robotics Society* si basa sull'analisi di quanti posti di lavoro si perderebbero con la robotica, sulla necessità di leggi *soft e hard* (cioè quanto incidono e chi sono coloro che devono regolare le violazioni), di un'agenzia per la robotica e l'intelligenza artificiale, di una *legal framework*.



(Immagine n.3)

Nell'aprile 2016 il gruppo di studio della *Convention of the Society for the Study of A.I. and Simulation of Behaviour* formula 5 regole per la gestione delle macchine intelligenti, con il tentativo di affermare che intelligenza e robotica vanno insieme.

La prima regola: i robot sono strumenti multiuso; la seconda regola: gli umani sono agenti responsabili, non i robot; la terza regola: i robot sono prodotti e disegnati usando processi che devono assicurare sicurezza all'utente; la quarta regola: i robot sono artefatti, cioè oggetti manifatturieri e la loro natura di macchina deve essere trasparente; la quinta regola: la responsabilità legale della macchina deve essere attribuita ad una persona.

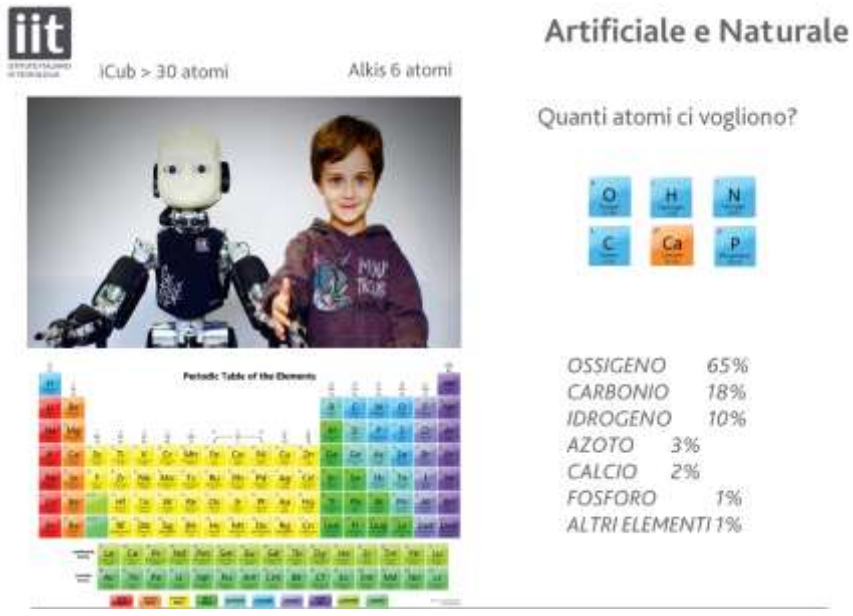
3. Robot con corpo meccanico e intelligenza artificiale: possibilità e limiti

Il Comitato intende analizzare la robotica con riferimento non alle macchine senza corpo, ma alle macchine con il corpo e con intelligenza. Il primo, come già detto, è controllato a distanza da un essere umano, oppure programmato per eseguire determinati compiti. Robot del genere già esistono in diversi campi e con diverse funzioni, ma se non ci fosse l'uomo che prende le decisioni si tratterebbe di macchine inutili. Il secondo tipo di robot, cioè quello "autonomo", munito di IA, in grado di pensare da solo a prescindere dall'input umano e su cui stanno lavorando gli scienziati da oltre cinquant'anni, una volta realizzato, solleva il maggior numero di problemi legati alla sicurezza, all'etica e al diritto.

È bene porsi delle domande, evitando confusioni, ottimismi o catastrofismi e precisando che gli spunti di riflessione che verranno analizzati riguardano la robotica con corpo meccanico e intelligenza artificiale, considerando che al corpo biologico dell'uomo corrisponde il corpo meccanico dell'umanoide e all'intelligenza biologica l'intelligenza artificiale (AI), mentre all'orchestrazione corpo-mente dell'uomo quella corpo–intelligenza artificiale dell'umanoide.

Immaginare ora un accostamento e un possibile raffronto fra le due situazioni (uomo-robot) non risulta possibile.

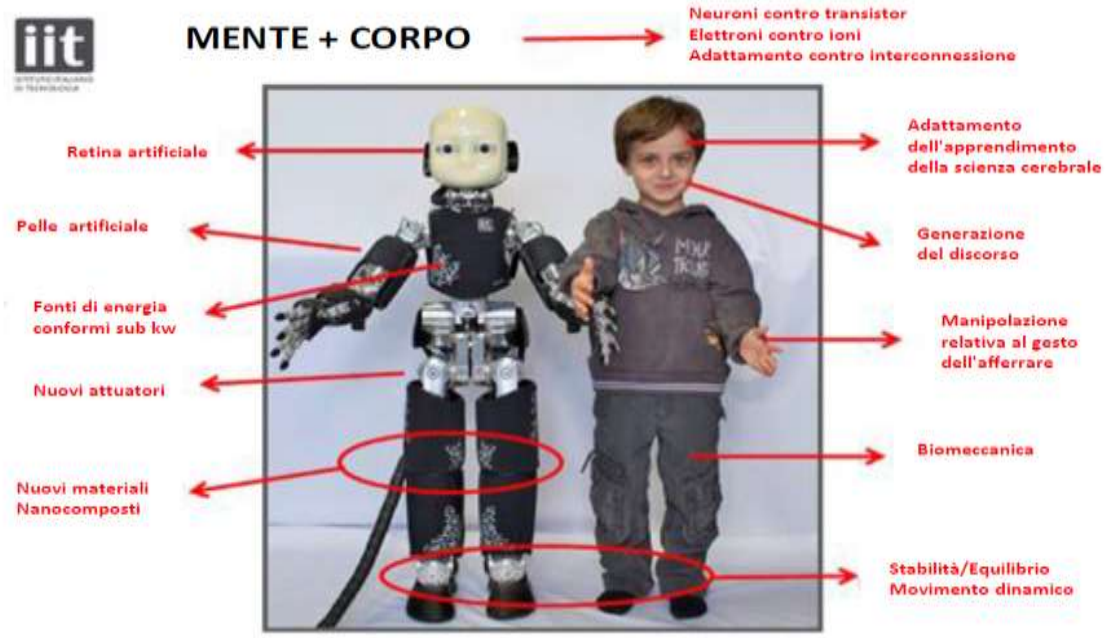
Dal punto di vista del rapporto mente-corpo (immagine n. 4) l'uomo ha un sistema che si è ottimizzato durante 3 milioni di anni, spesi per adattarsi, imparare, sentire, riconoscere, manipolare, per la stabilità, l'equilibrio dinamico, ecc., che si può solo imitare con delle tecnologie: ad es. si può dare equilibrio al robot utilizzando dei giroscopi (come quelli dell'I-phone o degli aeroplani), ma non sono minimamente comparabili al sistema vestibolare dell'uomo. Il nesso, poi, è ancora più difficile da riprodurre, partendo dal fatto che l'uomo è composto per il 99% da 6 atomi (immagine n. 5): ossigeno, carbonio, idrogeno, azoto, calcio e fosforo (come tutto ciò che è organico, biologico, naturale) ed è progettato per crescere e, a fine vita, dissociarsi in questi 6 atomi.



(Immagine n. 4)

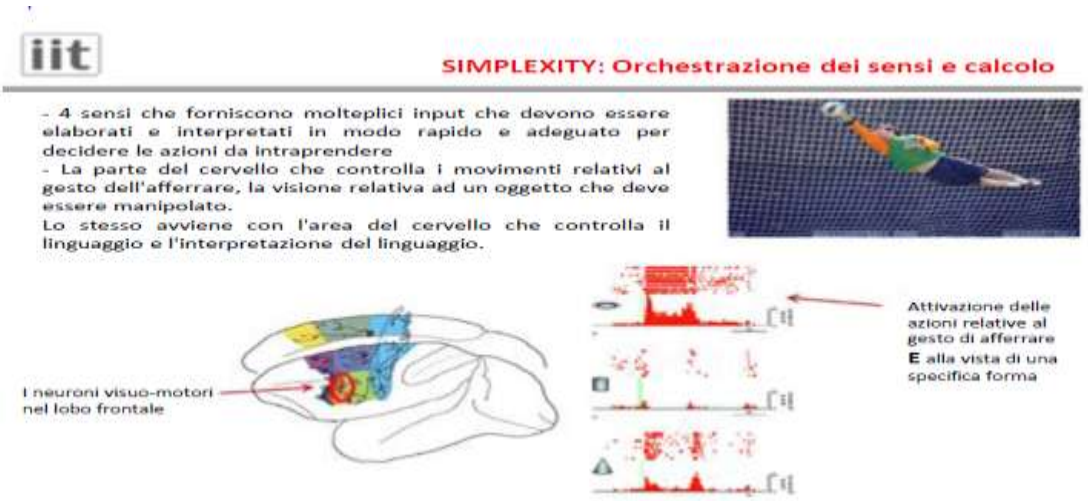
Qualunque macchina artificiale, invece, richiede dai 30 ai 50 atomi ed è progettata per essere assemblata nel minor tempo possibile senza pensare che, a fine ciclo vita, qualcuno la deve disassemblare per recuperare i materiali (per assemblare un'automobile ci vogliono 4 ore, per disassemblarla 40 ore e si deteriorano molte parti).

Quindi, il nesso corpo-mente è difficilmente eguagliabile dalla semplice unione di un computer connesso ad attuatori di movimento e sensori (immagine n. 5).



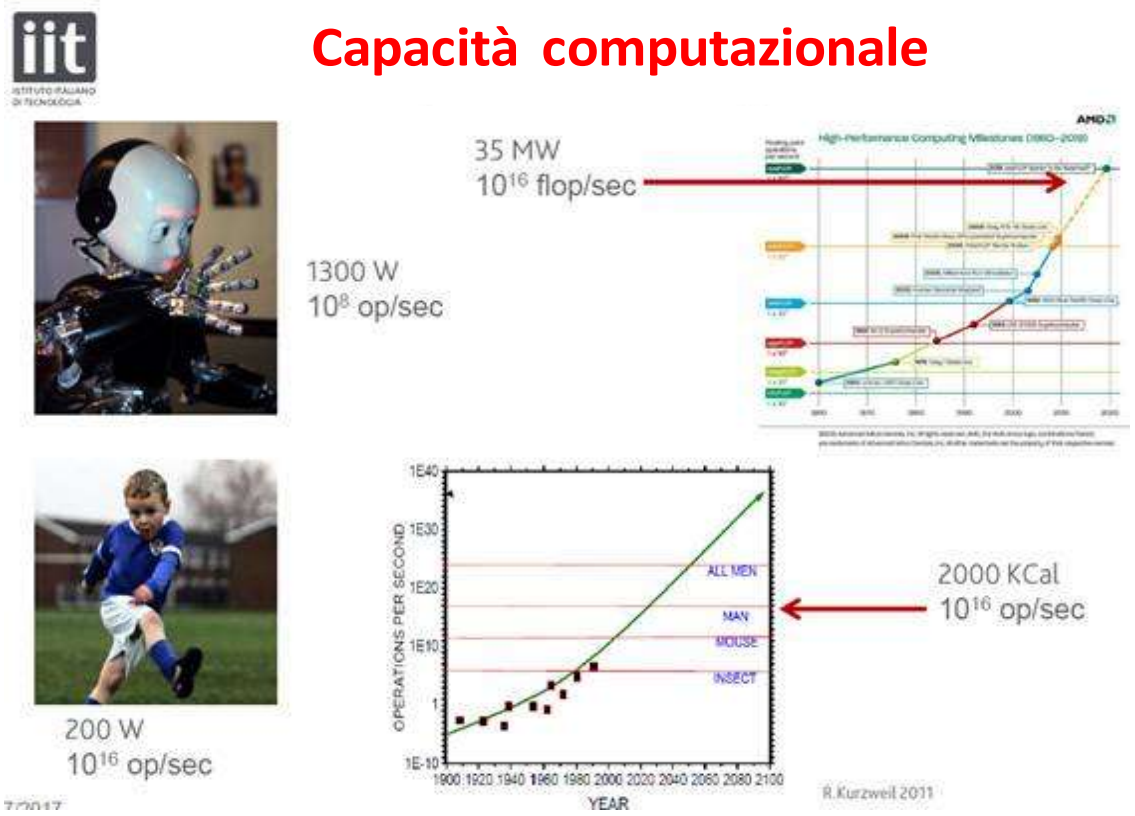
(Immagine n. 5)

Inoltre, il sistema vivente ha progettato il cervello a pensare in modo sinergico: per esempio, lo stesso gruppo di neuroni che controlla la vista supervisiona anche l'attività di manipolazione, lo stesso gruppo che controlla la lingua, supervisiona l'attività di comprensione del linguaggio, e così via; queste sono le sinergie mente-attuazione, impossibili nelle macchine perché fatte di materiali che non sono sinergici, ma meccanici e non hanno fibre che si contraggono dietro stimoli chimici (immagine n. 6).



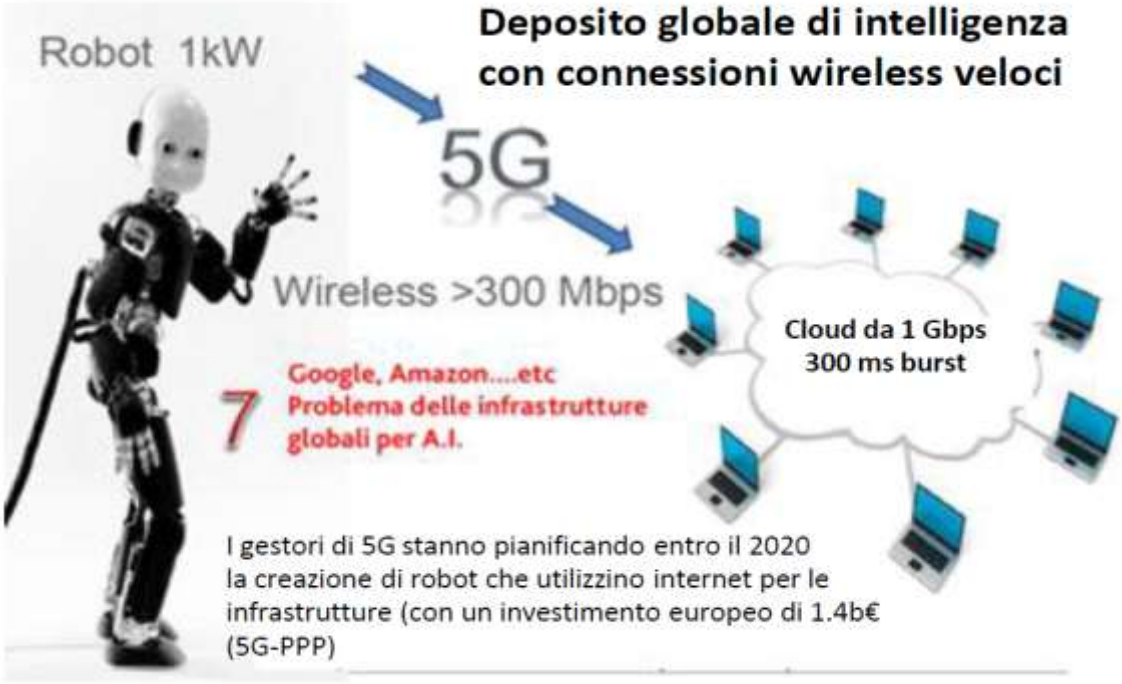
(Immagine n. 6)

In linea strettamente teorica si potrebbe aumentare la capacità di computazione delle macchine (immagine n. 7) sino ad arrivare alle 10^{16}-10^{17} operazioni al secondo equivalenti ad un cervello umano. I super computer che oggi sono in grado di arrivare a queste prestazioni consumano anche 30 MW di potenza, sono grandi come una stanza e hanno bisogno di enormi centrali di raffreddamento e di una centrale elettrica indipendente.



(Immagine n. 7)

Un robot umanoide pensante potrebbe, quindi, arrivare a pensare come un uomo, ma dovrebbe avere una centrale elettrica attaccata alle spalle, costerebbe al momento troppo e sarebbe inutilizzabile; pertanto, è impossibile tecnicamente ipotizzare un sistema semovente capace di pensare come l'uomo con le stesse capacità mentali, oltre che biomeccaniche. La soluzione a questi problemi la stanno mettendo in campo le *Big Data Companies* (tipo Google), che gestiscono i grandi computer e i grandi apparati di *storage* (immagine n. 8): i robot rimarranno degli "stupidi" con un piccolo cervello (10^8 operazioni al secondo) per muoversi bene, mentre tutta la parte "mentale" sarà nel *cloud* che gestirà le *app* scaricabili dai robot.



(Immagine n. 8)

Le difficoltà da affrontare sono comunque enormi: ad es. la capacità dei robot di interpretare correttamente i semplici gesti umani (semantica del corpo), che è una cosa complicatissima da insegnare ad una macchina, così come la velocità di esecuzione, la capacità di adattarsi e di capire le intenzioni. Inoltre, queste tecnologie non saranno disponibili ovunque, necessitando di infrastrutture di rete, wireless, ecc.. In definitiva, sono molto più interessate a questo business le aziende che non costruiscono robot da quelle che lo fanno, perché queste ultime sanno che i robot da soli saranno sempre inferiori all'uomo, mentre le prime ritengono che un'intelligenza artificiale globale unica possa essere molto performante. Il problema etico, dunque, esiste perché il giorno in cui si avranno dei robot sufficientemente sofisticati e dei computer sufficientemente potenti, ci saranno poche aziende che avranno in mano l'intelligenza globale del pianeta, il *global repository of intelligence*. E da un punto di vista giuridico, si porrà il problema di evitare la creazione di posizioni di monopolio di imprese che potrebbero possedere e trattare un numero impressionante di dati anche sensibili e delicatissimi oltre che avere la possibilità di condizionare la condotta di tutti i numerosissimi robot collegati con le proprie centrali di intelligenza artificiale.

È difficile credere, comunque, che un giorno ci potrà essere un robot "intelligente" come l'uomo, almeno finché ci sarà il silicio, tanto più che il robot è stato inventato dall'uomo per utilizzarlo come "schiavo". Quindi non serve un modello in carne ed ossa, ma una macchina intelligente in grado di fare le cose che deve. E questo implica la fusione e convergenza di molte discipline. La costruzione di un robot presuppone una collaborazione tra ingegneri elettronici e meccanici, informatici, psicologi, neurologi, scienziati cognitivi, esperti di intelligenza artificiale, logici, matematici, filosofi, giuristi, economisti, designer e artisti.

II. Robotica, roboetica e società

1. Premessa

Si prefigurano cambiamenti rapidi e diffusi delle interazioni tra gli esseri umani e le macchine, una volta che queste vengono dotate di capacità di ragionamento o di coordinamento senso-motorio. Si aprono nuove prospettive di impiego di sistemi robotici e dell'IA come assistenti degli esseri umani nello svolgimento di vari compiti in ambito sociale (il lavoro industriale, il lavoro domestico, la selezione di informazioni, la risoluzione di problemi) e in ambito propriamente medico. Conseguentemente, si affacciano nuove problematiche di etica applicata che ci portano a riflettere in modo diverso, nel contesto di nuove forme di interazione uomo-macchina, intorno ai principi etici "classici" (dignità, identità, sicurezza, responsabilità individuale o collettiva, accesso equo alle risorse tecnologiche, libertà di ricerca).

In quest'ottica, nel 2002 è nata la *Roboetica*[11], un campo di studi che si occupa degli aspetti etici e sociali delle tecnologie robotiche nella loro interazione con l'uomo e con la società umana nel suo insieme. «La roboetica è un'etica applicata, il suo scopo è sviluppare strumenti e conoscenze scientifiche, culturali e tecniche che siano universalmente condivisi, indipendentemente dalle differenze culturali, sociali e religiose. Questi strumenti potranno promuovere e incoraggiare lo sviluppo della robotica verso il benessere della società e della persona. Inoltre, grazie alla roboetica, si potrà prevenire l'impiego della robotica contro gli esseri umani» (Veruggio, 2002).

Una delle più recenti definizioni di roboetica è quella di Spyros G. Tzafestas: "ramo dell'etica applicata, cioè una riflessione filosofica, e perciò sistematica ed informata, che, nello specifico, studia le conseguenze tanto positive, come negative, dei robot nella società allo scopo di suscitare la progettazione, lo sviluppo e l'uso morale dei robot, in particolare dei robot "intelligenti" ed "autonomi"[12].

Siamo di fronte ad una scienza robotica *in progress* che tende a sostituire molteplici attività dell'uomo e che presenta un differenziato ed elevato impatto sociale ed etico, dato che possono essere molteplici le applicazioni sia nel presente che nel futuro (prossimo o remoto). Pertanto si discute quale debba essere uno sviluppo della robotica compatibile con l'uomo e il rispetto della sua dignità sul piano personale e sociale.

La rivoluzione robotica provocherà dei cambiamenti nella società civile e nella vita quotidiana: in ambito ludico e ricreativo, domestico, scolastico, sanitario, industriale, nei trasporti, organizzazione delle città, sicurezza, mantenimento dell'ordine pubblico, agricoltura, produzione di energia, protezione dell'ambiente, oltre che nell'ambito militare. L'obiettivo in futuro è quello di costruire autonomi artefatti viventi adatti a diversi usi, anche se con diversi gradi di autonomia nel comportamento e nella realizzazione dei compiti.

[11] L'atto di nascita della Roboetica è il primo Simposio Internazionale organizzato da Veruggio a Sanremo nel 2004. Già in quella sede emersero nella comunità dei robotici tre diverse posizioni rispetto alle loro responsabilità etiche.

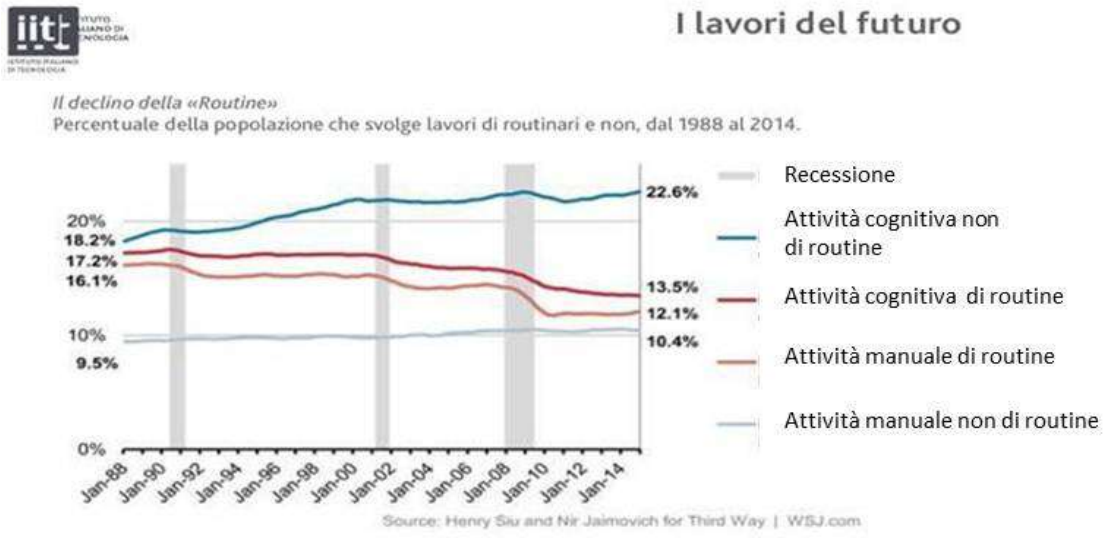
[12] S. G. TZAFESTAS, *Roboethics. A Navigating Overview*, Springer, Dordrecht 2016.

2. Sostituzione del lavoro umano e nuovi lavori

Nella misura in cui le macchine tolgono all'uomo compiti umili, faticosi o pericolosi la sostituzione dell'attività umana con l'attività robotica è anche eticamente auspicabile. Allo stesso modo è auspicabile l'uso di attività meccanizzate che possano integrare le lacune umane come nel caso dell'assistenza alle persone vulnerabili. Anche l'avvento della "domotica" dovrebbe permetterci di abitare "case intelligenti" dove sensori particolari saranno in grado di azionare e monitorare il funzionamento di apparecchi, impianti ed elettrodomestici.

Tuttavia, con particolare attenzione al lavoro, la rivoluzione robotica porrà il problema di gestire la sostituzione progressiva dell'uomo con macchine intelligenti che lavoreranno in modo più efficiente (veloce, preciso ed economico). L'introduzione ora nella società di robot che sostituiscono l'uomo potrebbero provocare tensioni sociali (ad es. perdita di posti di lavoro[13]). Situazioni che dovranno essere gestite attraverso un bilanciamento tra i benefici (efficienza, risparmio economico, competitività tecnologica nel mercato internazionale) e rischi/danni (in termini di diminuzione della occupazione per esseri umani, problemi per la previdenza, maggiori disuguaglianze economico sociali).

Tuttavia nel diagramma (immagine n. 9) si vede come negli ultimi 25 anni ci sia stato un aumento dei posti di lavoro che non hanno routine cognitiva (cioè lavori ad alta esperienza: l'artigiano, l'artista, ecc.) e in cui occorre usare il "cervello", una diminuzione dei lavori con routine cognitiva alta e manuale (che qualunque macchina può sostituire) e una moderata crescita di quelli con basso livello cognitivo e alta *skill* manuale (es. idraulico).



(Immagine n. 9)

[13] Bill Gates, il fondatore di Microsoft, nel dibattito in corso a livello mondiale sull'ascesa dei robots nelle fabbriche a scapito degli umani che perdono così posti di lavoro, avanza la proposta di tassare i robots per creare un fondo di solidarietà per i disoccupati.

Da ciò possiamo dedurre che l'artigiano non scomparirà mai perché non c'è robot che lo possa sostituire, non riuscendo quest'ultimo mai a categorizzare tutte le relative tipologie che esistono. Il punto è che l'uomo è una creatura cognitiva che riconosce gli oggetti per funzione (ad es. un bicchiere, un calice, un boccale per contenere liquidi); il robot, invece, non riconosce per funzione, ma per forma (se ha memorizzato solo il bicchiere per dare da bere, può farlo esclusivamente con quello). Insegnare ad un robot a ragionare per funzione e non per forma prevede un approccio cognitivo che attualmente si può fare, ma è molto complesso ed ha un costo ingente, come già evidenziato in precedenza nella differenza uomo/macchina.

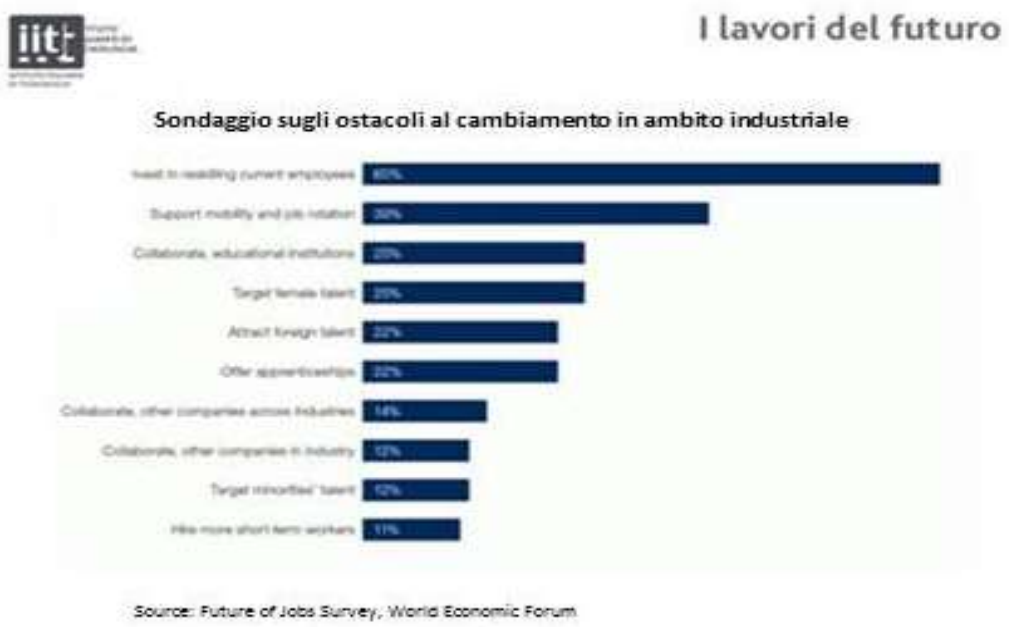
Dagli ultimissimi dati del *World Economic Forum* sul sondaggio tra le grandi aziende per i lavori del futuro (immagine n. 10), è emersa la necessità d'investire nel *reskilling* dei dipendenti, proprio perché il problema è riconvertire i lavoratori.



Source: Future of Jobs Survey, World Economic Forum

(Immagine n. 10)

La società dovrebbe eticamente guardare a questo processo di *continuous learning*. Nel sondaggio sugli ostacoli al cambiamento dei lavori futuri in ambito industriale (immagine n. 11) il problema è non solo quello di riuscire a prevedere i cambiamenti dirompenti (*disruptive*), che provocano catastrofi industriali, ma anche di prevedere nuovi business.



(Immagine n. 11)

Esistono altri nuovi profili per i lavori del futuro (immagine n. 12): il nuovo infermiere con esperienza digitale; *l'home care* per la terza e quarta età; il *body-part maker*; il nano medico; il bioinformatico; i bioarchitetti; gli architetti digitali (i *cloud controllers)*; gli architetti dei materiali (del 3D *printing*, del riciclo, dei materiali sostenibili, del ciclo dell'acqua, del rifiuto); *gli energy managers*; i tecnologi del *food* (tracciabilità, analisi, *packaging*).



(Immagine n. 12)

3. Dipendenza robotica

Per dipendenza sociale dai robot si intende in generale la dipendenza dalle macchine: si pensa che l'evoluzione della robotica a breve termine sarà paragonabile alla rivoluzione dei computer. In pochi anni siamo divenuti dipendenti dai computer (telecomunicazioni mobili, smart phone, computer): nel prossimo futuro sarà possibile anche una dipendenza dai robots, che potranno essere inseriti nella nostra vita quotidiana. E l'incremento della tecnologia robotica, anziché potenziare, potrebbe aumentare la vulnerabilità umana. In questo ambito si presenterà, in forma nuova, il problema della dipendenza dalla tecnologia, intesa come dipendenza personale o dipendenza sociale.

La difficoltà di distinguere tra reale e immaginario, tra naturale ed artificiale, tipica dei soggetti che vivono con l'ausilio di robot e di sistemi intelligenti in campo educativo, ludico, artistico, sanitario può portare a forme di dipendenza individuale dalla tecnologia robotica. Per quanto, ad oggi e probabilmente nel futuro, rimarrà chiara all'utente la distinzione tra robot ed essere umano, qualora il robot abbia eccessive sembianze umane, l'interazione può suscitare emozioni, attaccamento, dipendenza, in particolare per persone in condizioni di fragilità, quali anziani, persone disabili, bambini, con difficoltà o non pieno sviluppo delle facoltà cognitive. Vi sono studi sull'analisi dell'impatto estetico del disegno dei robot, sul piano emotivo, in base a età, condizioni culturali, carattere delle persone. Si potrebbero o prevedere meccanismi di "opt out" che bloccano il robot prima che si inneschi il processo che porti il singolo individuo alla dipendenza tecnologica (analogamente ai sistemi di "alarming" quando è eccessiva l'esposizione a certe tecnologie) o limitare la morfologia umanoide dei robot, per non incrementare la dimensione affettiva oltre quella funzionale.

Emerge anche il problema dell'"inganno": i robots si comportano come gli umani, imitano il loro comportamento e questo costituisce per persone senza consapevolezza una forma di inganno e illusione (*robotic deception*), che può provocare un danno.

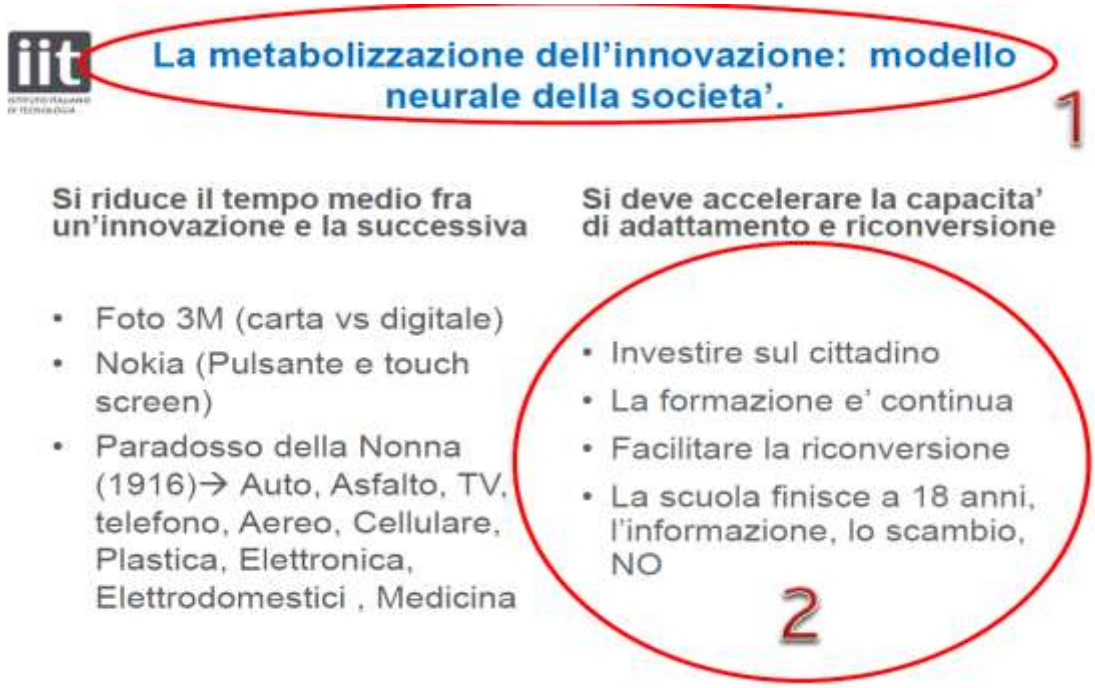
4. Informazione ai cittadini e "metabolizzazione" dell'innovazione

È doverosa una informazione critica ai cittadini. Una rilevante responsabilità sullo sviluppo legittimo della robotica ricade in prima istanza sugli scienziati e sui tecnologi, che debbono aumentare la consapevolezza del pubblico circa le problematiche sociali ed etiche della robotica, affinché la società possa prendere parte attiva nel processo di creazione di una coscienza collettiva in grado di individuare e prevenire un uso errato della moderna tecnologia. I cittadini utenti devono essere adeguatamente informati sulle opportunità e i limiti delle tecnologie, anche in vista dell'inclusione e partecipazione alla definizione di politiche pubbliche e normative.

Questo risultato è particolarmente importante per evitare da un lato speranze utopistiche dall'altro per prevenire paure irrazionali che possono deviare l'attenzione dai problemi reali ed, in ultima analisi, produrre atteggiamenti di entusiasmo illusorio o di rifiuto generalizzato e acritico di una tecnologia che può essere strumento di sviluppo economico e di progresso sociale nella misura in cui assiste e non sostituisce l'uomo.

Si consideri che la società è un sistema neurale interconnesso che, per essere sostenibile, deve dare tempo al cittadino di metabolizzare l'innovazione, non rallentabile. Pertanto, (immagine n. 13) si deve accelerare la velocità di

riadattare e riconvertire il cittadino, che deve essere costantemente in formazione. E l'informazione che gli viene data deve essere il più possibile esatta e obiettiva, consentendogli di potersi riconvertire meglio, qualora ad es. perda il posto di lavoro.



(Immagine n. 13)

Occorre, quindi, investire sull'informazione del cittadino (la *public awareness* della tecnologia) per facilitare in ogni momento la sua riconversione e il suo adattamento al cambio rapido delle tecnologie. Sono emblematiche le vicende della 3M e della Nokia, il cui *core business* è mutato in pochi anni, causando crisi economiche e di posti di lavoro nei propri settori e nei propri Paesi[14]. L'etica di una società avanzata è spiegare queste dinamiche prima che accadano, impostando un discorso a priori.

Lo sfasamento di tempo tra accelerazione tecnologica e temi lenti di assimilazione mentale e sociale, aprono uno scarto difficilmente colmabile, che necessita di una informazione e formazione continua alla "flessibilità" e alla "mobilità" per cercare, nei limiti possibili, di evitare la discriminazione tra inclusi (chi sarà inserito nella società tecnologica e robotica) e chi escluso (per incapacità di acquisire, nei tempi, le capacità necessarie).

[14] Con il passaggio dal pulsante al *touch screen* (cioè da una molla con una resistenza ad un condensatore), la Nokia, che era la più grande azienda di telefonia nel mondo, ha chiuso e il PIL della Finlandia è cambiato in poco tempo. Similmente, grazie alle camere digitali con transistor, le camere CCD con pellicola fotografica a sali d'argento sono scomparse, impattando fortemente sul *core business* dell'azienda leader nel mondo per la fotografia.

*5. Diseguaglianza: il "*robotic divide*"*

Nella misura in cui l'uso di robot può costituire per l'uomo un aiuto efficiente per attività e per il miglioramento della qualità di vita diviene eticamente rilevante una valutazione economico sociale per evitare il cd. "*robot divide"*, fonte di diseguaglianza nell'accesso alle tecnologie per i costi e per la competenza e motivazione ad utilizzarle, acquisite mediante un processo di informazione e formazione continua.

Si tenga conto che anche nella robotica le differenze economiche da Paese a Paese sono determinanti, considerato che l'energia e l'acqua hanno un ruolo prioritario per far funzionare una società che si avvale dell'apporto delle macchine robotiche. Questa è una diseguaglianza mondiale, che si traduce in un problema etico globale o meglio in un problema "glo-cal": globale, ma che in specie riguarda il G10 o il G20.

L'80% dell'energia è relativa agli USA, all'Europa e al Giappone, che rappresentano il 20% della popolazione mondiale, ma tutto il resto è al buio. Dato che dove c'è energia c'è acqua, chi ha la luce ha anche l'acqua e, quindi, ha la produzione industriale, il welfare, l'agricoltura e la filiera del cibo, che significa avere una lunga aspettativa di vita. Quindi, si tratta di un problema glo-cal e occorrerebbe ridistribuire le risorse nell'intero comparto.

6. Come programmare l'uso sociale ed etico del robot: la responsabilità della scienza

Tutti questi campi di applicazione dei robot presuppongono, dunque, una progettazione e una programmazione che non può essere abbandonata ad un'attività scientifica arbitraria e senza limiti, dettata dalla politica e dal mercato.

È innanzitutto necessario capire quale modello di società si vuole per il 2100 (immagine n. 14). Oggi il modello è *homo habens* (con robot per l'aumento costante della produttività, crescita del PIL su base locale, sfruttamento di risorse come il litio, il petrolio, ecc.).



(Immagine n. 14)

In futuro potrebbero esserci due modelli: uno post o trans umanesimo, oppure di tipo *homo sapiens 2.0* (come l'industria 4.0), che aumenta le sue performance in modo che il robot – macchina per aumentare la sostenibilità - ottimizzi i processi, sostituisca l'uomo negli impegni gravosi, pericolosi e usuranti, il PIL cresca su base non locale, ma globale. Quindi (immagine n. 15), un modello etico di robotica intelligente per cui il robot è utilizzato non per aumentare in maniera indefinita il PIL, ma per ridurre l'impronta idrica e di carbonio della manifattura e il suo costo energetico[15].



(Immagine n. 15)

7. Un codice etico per i progettisti

Al di là della creazione di un robot, che incorpori un prestabilito codice etico, appare, dunque, più realistico raccomandare e prescrivere principi e parametri di sicurezza a garanzia del futuro utente in sede di progettazione e programmazione rivolti proprio a informatici e ingegneri robotici.

Secondo le indicazioni contenute nella Risoluzione del Parlamento europeo del 16 febbraio 2017 recante "Raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica" il quadro di orientamento per la progettazione, la produzione e l'uso dei robot dovrebbe essere basato, in particolare, sui principi di autonomia, beneficenza, non maleficenza e giustizia.

Il principio di autonomia si riferisce alla capacità di adottare una decisione informata e non imposta sulle condizioni di interazione con i robot. Il principio di beneficenza implica che i robot debbano agire nell'interesse degli esseri umani.

[15] Una delle sfide è proprio nell'agricoltura, grazie ad un utilizzo della robotica per un'applicazione mirata di nutrienti, erbicidi e altri pesticidi, per ridurre danni ambientali, agronomici e costi di produzione. Robot capaci di ricostruzione di immagini, cioè di intelligenza sufficiente a riconoscere piante malate o infestanti, che siano controllati tramite gps, potrebbero individuare ed irrorare solo piante carenti di nutrienti oppure attaccate da parassiti oppure infestanti, con conseguente riduzione delle sostanze impiegate. Questo sarebbe un esempio di intelligenza artificiale in un robot con un corpo, utilizzato per mitigare l'impatto di un processo produttivo.

Il principio di non maleficenza fa riferimento alla dottrina del "*primum, non nocere*", in virtù della quale i robot non devono fare male ad alcun essere umano. Il principio di giustizia comporta un'equa ripartizione dei benefici e l'accessibilità economica dei robot addetti all'assistenza a domicilio e, in particolare, a quelli addetti alle cure sanitarie.

Devono essere rispettati anche i principi sanciti all'articolo 2 del trattato sull'Unione europea e nella Carta dei diritti fondamentali dell'Unione europea (tra cui: dignità umana, uguaglianza, equità, non discriminazione, consenso informato, rispetto della vita privata e familiare e protezione dei dati, così non stigmatizzazione, trasparenza, responsabilità individuale e sociale), nonché nei codici etici esistenti.

Il Parlamento formula una serie di raccomandazioni che riguardano, tra l'altro, la registrazione dei robot (al fine di garantire la tracciabilità), la responsabilità civile (affinché non siano limitati i danni che possono essere risarciti e sia istituito un regime assicurativo obbligatorio), l'interoperabilità dei robot collegati in rete.

Viene proposto Codice etico-deontologico degli ingegneri robotici di carattere volontario e ispirato a una serie di principi generali e di orientamento per le azioni che intraprendono tutte le parti interessate. Il Codice, infatti, intende coprire tutte le attività di ricerca e di sviluppo nel settore della robotica, chiedendo una stretta cooperazione fra tutte le discipline al fine di garantire che la ricerca sulla robotica sia condotta nell'Unione europea in modo sicuro, etico ed efficace. Tutti i ricercatori e progettisti sono, pertanto, chiamati ad agire in modo responsabile, tenendo pienamente conto della necessità di rispettare la dignità, la privacy e la sicurezza delle persone. Nel Codice si afferma, tra l'altro, il dovere del rispetto dei diritti fondamentali, del principio di precauzione, del principio di inclusione (al fine di garantire la trasparenza e il rispetto del legittimo diritto di accesso all'informazione di tutti i soggetti interessati). Sono richiamati i doveri di rendicontabilità (per rendere conto delle eventuali incidenze sociali, ambientali e sanitarie della robotica per le generazioni attuali e quelle future), di reversibilità (che prevede la possibilità di annullare l'ultima azione o una sequenza di azioni permette agli utenti di annullare le azioni indesiderate e ritornare alla fase "corretta" del loro lavoro), di tutela della privacy, di massimizzazione dei benefici e minimizzazione dei rischi.

In questa prospettiva appare fondamentale che il processo di esame etico, condotto da persone fornite di competenze adeguate, sia indipendente dalla ricerca stessa per evitare ogni conflitto di interesse tra ricercatori e addetti all'esame etico e tra questi ultimi e le strutture organizzative. Per tale motivo si propone anche la costituzione di un Comitato Etico di Ricerca (CER) collocato all'interno delle strutture organizzative, multidisciplinare, composto da persone con vasta esperienza nel settore della robotica, che presenti un adeguato equilibrio tra competenze scientifiche, filosofiche, giuridiche ed etiche, e che includa anche rappresentanti di diversi settori (sanitario, istruzione, servizi sociali).

Scientificità ed eticità sono strettamente connesse e non possono essere separate, pena il ripristino di una dicotomia che è stata superata da decenni sia sul piano teorico che in quello operativo dai Comitati etici presenti negli istituti di ricerca e nelle strutture sanitarie di tutto il mondo incluso il nostro Paese.

Il ruolo del comitato sarà quello di esaminare tutte le attività di ricerca, condotte dall'organismo interessato, che coinvolgano soggetti umani; di assicurare l'indipendenza, la professionalità e la tempestività dell'esame etico;

di tutelare la dignità, i diritti e il benessere dei soggetti che partecipano alla ricerca; di tenere in considerazione la sicurezza dei ricercatori e gli interessi legittimi di altri soggetti in causa; di formulare pareri informati sul merito scientifico delle proposte e di formulare raccomandazioni informate per il ricercatore se la sua proposta risultasse in qualche modo inadeguata. È previsto, altresì, un monitoraggio delle attività di ricerca che abbiano ottenuto l'approvazione etica fino alla loro conclusione per garantirne una costante verifica, specie se il progetto di ricerca preveda eventuali variazioni nel tempo. Il monitoraggio dovrà svolgersi in modo proporzionato alla natura e al grado di rischio ad essa associato in modo da pervenire ad una valutazione etica esaustiva. Ove si ritenga che uno studio sia svolto in maniera non etica è prevista la possibilità di revocarne l'approvazione ed esigerne la sospensione. Al centro delle preoccupazioni si nota in particolare la tutela degli utenti i quali dovrebbero potersi avvalere di un robot senza rischi né timori di un danno fisico o psicologico sulla base del diritto che esso svolga quei compiti per cui è stato costruito, pur nella consapevolezza delle sue limitazioni percettive, cognitive e comportamentali. Nello stesso tempo si raccomanda, in base al rispetto dovuto ai bisogni emotivi e alla fragilità sia fisica che psicologica degli esseri umani, di tener conto del diritto alla privacy dei cittadini che fa sì che non si possano raccogliere o utilizzare informazioni personali senza il consenso della persona interessata. Tra i doveri degli utenti quello di non utilizzare un robot in alcun modo che sia contrario ai principi e alle norme etiche o a modificarlo per servirsene come arma.

È necessaria la formazione critica degli scienziati alle problematiche etiche della robotica, introducendo corsi di etica nelle facoltà scientifiche, negli ospedali, nelle strutture sanitarie, nelle aziende informatiche e tecnologiche.

All'interno dello sviluppo di specifiche prescrizioni deontologiche in questo settore è importante che sia possibile individuare con chiarezza, e quindi che siano tracciati giuridicamente, i diversi passaggi della catena di progettazione, produzione, attivazione e gestione.

Si dovrebbe prevedere che il costruttore di tecnologie robotiche abbia l'"onere della prova", di dimostrare e giustificare la rilevanza, la sicurezza, nel contesto dei potenziali rischi e benefici, della nuova tecnologia che intende realizzare e mettere sul mercato. In tal senso dovrebbero essere assicurati i principi della "integrità della ricerca".

III. Biorobotica e roboetica in ambito medico e biomedico

Nel contesto generale degli aspetti etici delle applicazioni sociali della robotica, il Comitato intende affrontare in modo specifico le questioni connesse alla salute. Le applicazioni robotiche in questo settore sono del tutto nuove e caratterizzate da connotati interdisciplinari che ricomprendono la medicina, le neuroscienze, l'ingegneria, le nanotecnologie e diverse discipline umanistiche (filosofia, etica, sociologia, psicologia, ecc.). I risultati sono di grande utilità e diventano una ragione in più per assumere quell'atteggiamento aperto e interrogarsi su quale futuro sia possibile grazie a tali tecnologie.

Si sperimenta la produzione di robot finalizzati ad integrare gli esseri umani nella diagnosi clinica e nella chirurgia, nella riabilitazione e nell'assistenza personale, nel monitoraggio della salute (*medical robot*), nei nuovi scenari della biorobotica e neurorobotica.

Si possono distinguere le seguenti applicazioni, oggi in discussione.

1. La chirurgia robotica

La robotica consente all'operatore di intervenire sul corpo umano a distanza, usando meccanismi che con software controllano il movimento di braccia meccaniche. È un ambito specifico della telerobotica, che consente di attuare interventi chirurgici sull'uomo potenzialmente con maggiore precisione rispetto alla chirurgia umana e minore invasività (minimizzazione del trauma, riduzione dei tempi di esecuzione dell'intervento e della ripresa del paziente).

L'utilizzo della robotica in chirurgia si dovrà misurare con le possibilità offerte dai mezzi multipli di comunicazione con invio a distanza dei comandi digitali dei robot alla velocità della luce (reti ISDN e ATM) sviluppando ulteriormente gli ambiti di intervento della chirurgia telerobotica oggi ancora limitati. I vantaggi della tele-manipolazione chirurgica saranno quelli di unire più medici in una rete integrata di comunicazione e gestione del paziente, dove ogni operatore, davanti al proprio terminale, sarà in grado di comunicare e condividere con gli altri le decisioni e di agire mediante il robot. La tele-robotica implica una ulteriore trasformazione del rapporto con il "sistema delle cure" e non sarà neutrale nel rapporto con il paziente, cui devono sempre essere garantite non solo destrezza e precisione riferite alla massima affidabilità del robot e qualità tecnica dell'operatore ma anche il rispetto di tutte quelle virtù che accompagnano l'assolvimento di un obbligo professionale nella relazione medico paziente e solo dopo attenta valutazione clinica, etica e deontologica.

La chirurgia robotica è una prassi già introdotta nell'ambito sanitario in alcuni settori (chirurgia generale, urologia, ginecologia, ortopedia, cardiochirurgia) ed esige alcuni requisiti etici per la sua applicazione.

In primo luogo la sperimentazione della sicurezza ed efficacia. È indispensabile provare l'affidabilità della tecnica con studi controllati randomizzati che dimostrino la sicurezza e l'efficacia scientifica, gli eventuali reali benefici e i rischi/errori nel confronto con la chirurgia convenzionale umana (riduzione di tempi, invasività, trauma).

In urologia come in altri settori sono già stati condotti studi randomizzati di confronto con la tecnica standard a cielo aperto. Nessuno di questi ha, tuttavia, mostrato vantaggi significativi. Ciononostante la tecnica robotica si è imposta in alcuni interventi urologici verosimilmente per i vantaggi percepiti dal chirurgo, che talvolta anche gli studi randomizzati non riescono ad evidenziare[16]. In un settore come la prostatectomia radicale sarà difficile poter condurre un altro RCT perché ormai chi ha il robot lo utilizza per quell'intervento e la pressione mediatica sul paziente è tale per cui non accetterebbe di entrare in una sperimentazione randomizzata[17]. In altri campi come la cardiochirurgia, a fronte

[16] D. STEFFENS, R. THANIGASALAM, S. LESLIE, B. MANECK, J.M. YOUNG, M. SOLOMON, Robotic Surgery in *Uro-oncology: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials*. Urology. 2017 Mar 20. pii: S0090-4295(17)30266-2. doi: 10.1016/j., se non in minima misura (S.K. SON, N.R. LEE, S.H. KANG, S.H. LEE, *Safety and Effectiveness of Robot-Assisted Versus Open Radical Cystectomy for Bladder Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2017 Mar 28. doi: 10.1089/lap.2016.0437.

[17] J.W. YAXLEY, G.D. COUGHLIN, S.K. CHAMBERS, S. OCCHIPINTI, H. SAMARATUNGA, L. ZAJDLEWICZ, N. DUNGLISON, R. CARTYER, S. WILLIAMS, D.J. PAYTON, J. PERRY-KEENE, M.F. LAVIN, R.A, GARDINER*, Robot-assisted Laparoscopic Prostatectomy Versus Open Radicalretropublic Prostatectomy: Early Outcomes from a Randomised Controller Phase 3 Study*, in "Lancet", 2016, Sep. 10, 388 (10049), pp. 1957-1066.

di un iniziale entusiasmo, l'utilizzo del robot è ancora oggi oggetto di valutazione[18].

La sperimentazione e l'applicazione della chirurgia robotica deve presupporre, comunque, diverse attenzioni: una valutazione della proporzionalità benefici/rischi di tipo clinico con adeguate valutazioni sulla complessiva utilità di tali sistemi [19], nonché sulla loro reale sostenibilità economico finanziaria [20] e di accesso senza discriminazione; una adeguata informazione al paziente (consenso informato); la definizione delle responsabilità per *malpractice* (del chirurgo, designer, produttore); la formazione dei medici all'uso della robotica nella chirurgia, senza perdere l'attitudine a praticare la chirurgia senza robot. Nell'attuale tendenza alla super specializzazione devono essere previste delle figure di chirurghi robotici affiancate a quelle di chirurghi tradizionali per espletare gli interventi che non beneficiano di questa tecnologia. La chirurgia robotica è e deve rimanere un mezzo e non un fine. Il robot chirurgo di oggi è un puro "ausilio" per il chirurgo, non un suo sostituto.

2. L'assistenza robotica o robotica per l'assistenza

La robotica per l'assistenza di bambini, anziani, persone disabili (in condizione di dipendenza, assenza di movimento, non uso di arti), ma anche adulti malati, è già prassi in alcuni Paesi del mondo (Giappone, Corea). L'assistenza robotica può assumere diverse forme: monitoraggio e controllo della salute da remoto (telerobotica, con videocamere o sistemi di GPS); assistenza per la riabilitazione; assistenza per azioni quotidiane (mangiare, bere, vestirsi, muoversi, ecc.); assistenza per compagnia (in casi di isolamento o depressione). A seconda delle funzioni (spesso combinate) si usano terminologie diverse: "*health/assistive robot"*, "*socialized robots/socially assistive robots"*, "*service robots"*, "*carerobots/carebots"*, "*robotic nurses o nursebots"*. Un esempio già utilizzato è *CareBot*[21].

Sul piano etico è indispensabile esplicitare le condizioni di legittimità dell'uso della robotica in questo contesto, identificabili nel rispetto della sicurezza e garanzia di qualità dell'assistenza e prevenzione del danno (prevenzione dei rischi di errori delle azioni meccaniche dei robot che possano mettere in pericolo la salute o la qualità della vita), nella garanzia dell'autonomia e della considerazione dei bisogni specifici e delle preferenze individuali (consenso informato), nella proporzionalità dell'intervento e nell'adeguazione dell'uso della robotica bilanciando i benefici e i rischi, con specifico riferimento al bisogno umano di aiuto e di socializzazione, nella limitazione e monitoraggio

[18] M. PETTINARI, E. NAVARRA, P. NOIRHOMME, H. GUTERMANN, *The State of Robotic Cardiac Surgery in Europe*. Ann Cardiothorac Surg. 2017 Jan; 6(1):1-8. doi: 10.21037/acs.2017.01.02.

[19] M. RITROVATO, F.C. FAGGIANO, G. TEDESCO, P. DERRICO, *Decision-oriented Health Technology Assessment: One Step Forward in Supporting the Decision-making Process in Hospitals,* in "Value in Health", Jun 1 2015 18, 4, p. 505-511-7, p. 1097.

[20] G. TEDESCO, F.C. FAGGIANO, E. LEO, P. DERRICO, M. RITROVATO, *A Comparative Cost Analysis of Robotic-assisted Surgery Versus Laparoscopic Surgery and Open Surgery: the Necessity of Investing Knowledgeably*, in "Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques", 2016 Mar 16, p. 1-8.

[21] S. VALLOR, *Carebots and Caregivers: Sustaining the Ethical Ideal of Care in the Twenty-First Century*, in "Philos. Technolog.", Springer, 2011, 24, pp. 251-268.

dell'invasività nella privacy, nella giustizia nella distribuzione della risorse per l'investimento della ricerca e nell'accesso alle tecnologie.

È indispensabile una valutazione delle condizioni di legittimità dell'uso di robot caso per caso, con una valutazione preliminare del potenziale impatto sulla persona e sui servizi socio-sanitari dell'uso di robot, offrendo anche le alternative all'assistenza robotica, con particolari cautele per persone che hanno difficoltà cognitive.

Ciò che va evitato è la sostituzione del robot alla relazione umana; la "care" solo artificiale di una macchina porta verso la disumanizzazione della cura e l'oggettivazione fisica del paziente (il soggetto è percepito come un problema o un "peso" che richiede una soluzione tecnologica). Il *caregiving* è una pratica umana intrinsecamente morale non sostituibile, che consente di sviluppare le virtù e le capacità umane, nella empatia e reciprocità della relazione interpersonale che consente un adeguato approccio a persone in condizione di particolare vulnerabilità; la *carebot* può liberare i *caregiver* da lavori ripetitivi ed estenuanti (in questo senso consentendo un potenziale beneficio nella possibilità di esprimere la cura umana più profonda), ma è asimmetrica, senza reciprocità ed empatia. L'assistenza robotica può fungere da supporto all'accudimento umano e va prevista in situazioni dove non ci sono soluzioni alternative (per mancanza di risorse umane), nella consapevolezza che *carebot* può portare ad un isolamento del paziente e a privarlo dell'autonomia (fisica e psichica).

Emerge la necessità di una adeguata formazione del personale sanitario e sociale sulle opportunità e limiti dell'assistenza robotica.

3. La biorobotica e neuro-robotica

La robotica contemporanea intrattiene un duplice legame con lo sviluppo delle neuroscienze e delle scienze cognitive. Da una parte, il progresso nella comprensione delle basi neurali e cognitive del comportamento dei sistemi viventi ha spesso stimolato lo sviluppo di sistemi robotici efficienti e in grado di operare in contesti ambientali relativamente poco strutturati. Dall'altra, in molti casi la costruzione di robot ha fornito contributi significativi al progresso delle neuroscienze e delle scienze della mente (è il caso delle reti neurali). Un esempio relativamente recente è lo sviluppo che la robotica ha avuto nel campo della riabilitazione neuromotoria.

I "bio-robot" sono sistemi bionici ibridi con protesi che possono essere connesse direttamente al corpo umano e percepite dal cervello come parte del corpo stesso. Si pensi agli arti artificiali che si interfacciano con il sistema nervoso periferico, studiati con il fine ultimo di utilizzare sia il segnale nervoso afferente per il comando motorio, sia gli stimoli sensoriali afferenti per restituire sensibilità al soggetto ed eventualmente correggere errori nel controllo motorio. Queste ricerche si propongono di ripristinare funzioni fisiche perdute.

La tecnologia robotica è attualmente molto impiegata per la riabilitazione ed il recupero della motilità degli arti superiori e inferiori (attraverso l'utilizzo di esoscheletri controllati elettronicamente con sistemi di allevio del peso e tapis roulant) e diversi studi hanno evidenziato che la terapia assistita da robot degli arti superiori, in fase acuta, subacuta o cronica, porta a miglioramenti funzionali nettamente maggiori rispetto alla terapia convenzionale.

Si progetta nell'ambito della neuro-robotica la riproduzione di modelli artificiali del cervello umano, la percezione visiva mediante sensori o visione

artificiale, la comunicazione tra essere umani e sistemi artificiali, anche in forma non verbale, compresa la generazione e la comprensione di particolari stati emotivi (*affective computing*). In specie poi la "biomimetica" studia i processi biologici della natura per migliorare le tecnologie, produrre artefatti integrati nei nostri corpi e cervelli (i c.d. artefatti bio-ispirati), arti artificiali che si interfacciano con il sistema nervoso periferico, allo scopo di riattivare o correggere il comando motorio, restituire sensibilità al soggetto. Si studiano sistemi bionici ibridi o artefatti robotici che possono essere connessi direttamente al corpo umano e percepiti dal cervello come parte del corpo stesso (*living artefacts*).

L'identità, l'integrità e la libertà possono essere messe in discussione dalle protesi robotiche e biomeccatroniche (biologico-meccanico-elettroniche). Esistono infatti organi che non possono essere rimpiazzati da un trapianto biorobotico, pena la perdita di tale identità. Certamente è compito del medico valutare in arte e coscienza la "libertà morfologica", ovvero la legittimità della richiesta del soggetto di modificare a proprio piacimento il proprio corpo con inserimenti robotici, come espressione della propria autonomia e libertà. E dovrà essere considerata la differenza, non sempre definibile, tra terapie e potenziamento cioè fino a che punto la robotica, biorobotica e neurorobotica cura l'uomo o di contro potenzia le sue capacità.

Altro caso è quello della Brain Computer Interface (BCI), una tecnologia che permette comunicazione diretta tra l'attività neuronale ed un dispositivo esterno: si tratta essenzialmente di una tecnologia basata sull'abilità di leggere l'attività neuronale, processare i segnali ed inviare comandi al mondo esterno. Negli ultimi anni traguardi molto importanti hanno permesso a persone con serissime disabilità motorie di eseguire normali ma complesse azioni, come ad esempio servirsi da mangiare o da bere, controllando un braccio robotico tramite il pensiero. Questo risultato è ottenuto tramite un'interfaccia invasiva che prevede l'impianto chirurgico di un sensore a diretto contatto con il cervello (e nuovi interessanti approcci sono in fase di sviluppo). Il metodo invasivo è necessario per azioni complesse come muovere un braccio (molti gradi di libertà), ma la tecnologia BCI si è evoluta anche nella direzione di sensori parzialmente invasivi e non invasivi, e con questi oggi è possibile comandare un robot esterno o accendere la luce in modo relativamente semplice.

Se è vero che l'ispirazione biologica può essere funzionale alla realizzazione di robot più efficaci, è ugualmente vero che la realizzazione di sistemi bio-ispirati può fornire contributi importanti alla ricerca neuroscientifica? Cosa possiamo imparare dall'osservazione di un robot bio-ispirato a proposito dei meccanismi neurofisiologici che sottostanno alla produzione di comportamenti adattativi e intelligenti? Quali sono i limiti e le potenzialità sperimentali delle simulazioni robotiche di teorie neuroscientifiche? Siamo poco preparati ad affrontare domande di questo genere. Il rapido progresso di un settore scientifico o tecnologico mette a nudo, come è già accaduto in numerose circostanze, situazioni di scarsa elaborazione o di vuoto concettuale in relazione alle problematiche di etica applicata che esso suscita.

Diversi i problemi etici suscitati da impianti cerebrali. L'innesto chirurgico di sensori e microchip nel cervello produce generalmente segnali chiari e di maggiore utilità sperimentale, più precisi ed affidabili, ma suscita perplessità anche sul piano clinico a causa del rischio di rigetti ed infezioni. Si possono ritenere ammissibili - allo stato attuale delle conoscenze scientifiche - solo modalità estremamente limitate di utilizzazione di microchip impiantabili e solo per finalità di tutela della salute dell'interessato, nella misura in cui vi siano

comprovate indicazioni mediche e non vi siano alternative terapeutiche (meno rischiose e meno invasive), vi sia una adeguata consulenza e consenso informato, nella ricerca di minimizzazione della invasività rispetto all'obiettivo da raggiungere per garantire la proporzionalità dell'intervento. La cautela e la precauzione appaiono come i principi dominanti in tale settore, data ancora l'incertezza scientifica nelle applicazioni. Per quanto attiene l'uso di tali microchip a scopo di potenziamento cognitivo, data la invasività e rischiosità, sollevano considerevoli perplessità di ordine etico. Non è moralmente giustificabile mettere a rischio vita e salute per la finalità di un miglioramento cognitivo (oltretutto senza alcuna garanzia di efficacia). Si apre anche il problema della privacy[22].

Lo sviluppo di ulteriori ricerche sull'impatto a lungo termine - sociale, culturale, e sulla salute - delle differenti tipologie di connessione tra robotica e neuroscience, dovrà tenere presenti le necessarie distinzioni fra impianti attivi/passivi, invasivi/non invasivi, reversibili/irreversibili. La ricerca non può che muoversi nell'orizzonte del principio di precauzione, da applicare quando vi è il riconoscimento di un rischio elevato ma incerto, articolandosi poi intorno ai principi fondamentali di dignità della persona e di rispetto della sua integrità fisica e psichica, di autonomia, di non discriminazione, di *privacy* e di diritto all'identità e di giustizia.

IV. La robotica in campo militare, poliziesco e di sorveglianza

Il problema etico che riguarda la robotica militare non può prescindere dal presupposto condiviso del ripudio della guerra "come strumento di offesa alla libertà degli altri popoli e come mezzo di risoluzione delle controversie internazionali", e dalle considerazioni derivanti che sono state già espresse nelle premesse al parere del CNB del 2013 su *Diritti umani, etica medica e tecnologie di potenziamento (Enhancement) in ambito militare*. Il problema del potenziamento è stato ampiamente discusso in quel parere e ad esso si rimanda per le conclusioni. Il caso della robotica presenta però delle differenze in quanto non si tratta di soldati potenziati dotati di caratteri eccezionali, ma di macchine che sostituiscono i soldati**.**

L'ambito militare rappresenta uno dei campi di particolare sviluppo della tecnologia robotica, reale o prevedibile, oltre a costituire una vera e propria sfida per la robotica che si propone di prevenire l'impiego dei robot contro gli esseri umani. Già nel corso della seconda guerra mondiale erano stati sviluppati dai tedeschi e dai russi dei carri armati filo o radioguidati. Attualmente sono in uso da parte di diversi eserciti veicoli terrestri e soprattutto velivoli senza equipaggio; la ricerca militare sta investendo in questo campo molte risorse, e sono in molti a ritenere che la guerra futura sarà sempre più automatizzata e combattuta a distanza riducendo l'impiego umano diretto sul campo. Oltre a limitare i rischi per gli umani che non sarebbero più esposti ai combattimenti, i robot militari comportano il vantaggio della resistenza, della continua attenzione, della mancanza di sentimenti umani come paura o compassione. Dal punto di vista tecnico, che ha implicazioni anche etiche, il rischio, che viene spesso paventato**,** è quello del grado di autonomia che possano prendere queste macchine.

[22] European Group on Ethics in Science and New Technologies, Opinion n. 20 - 16/03/2005 - *Ethical aspects of ICT Implants in the Human Body*.

L'utilizzazione per scopi militari dei robot ripropone tutti i problemi che sono stati presi finora in esame in relazione alla robotica in generale, ma ne accentua gli aspetti cruciali, perché l'inevitabile prevalenza delle intenzioni distruttive e violente sulle prospettive di cooperazione apre all'interazione tra sistemi automatici ed esseri umani orizzonti che non possono rispettare i più tradizionali limiti e neppure il generale divieto di arrecare danni alle cose e alle persone. Si potrebbe, tuttavia, sostenere anche la tesi opposta: le condizioni e le precauzioni relative all'utilizzazione per scopi civili dei robot, vengono meno nel caso dell'utilizzazione militare, perché, se lo scopo è dare la morte, non c'è nessuna differenza tra uccidere attraverso un'arma o uccidere attraverso un robot, progettare armi per uccidere o armare robot per uccidere. Il problema sta ancora una volta nella prospettiva di fondo se ci troviamo di fronte a macchine come tutte le altre o meglio ad armi come tutte le altre, i cui fini e scopi sono rimessi alle modalità umane di utilizzazione, oppure se siamo oltre l'orizzonte della macchina e più vicini ad entità armate con un grado di autonomia che le avvicina al transumano o all'intelligenza artificiale, aprendo scenari giuridici e morali assolutamente nuovi.

Dobbiamo, innanzitutto, distinguere i sistemi meccanici di automazione che si limitano a funzioni di vigilanza, controllo e assistenza ai combattenti[23] dai sistemi meccanici di automazione che siano in grado di uccidere (*lethal weapons systems*). Anche se la linea di demarcazione può essere estremamente sottile, perché molti sistemi di difesa possono essere attrezzati anche per offendere[24], è innegabile che, all'interno di un'attività che si limiti esclusivamente al supporto delle operazioni militari, l'automazione sarà estremamente utile nel risparmiare vite umane e nel rendere sempre più efficienti le funzioni svolte.

I sistemi meccanici di automazione capaci di uccidere si distinguono, a loro volta, tra sistemi "human on the loop", si tratta di "armi automatizzate", gli attuali droni, che reagiscono agli stimoli esterni sotto il controllo più o meno intenso di un operatore umano, e sistemi "human out loop", si tratterebbe in questo caso di veri e propri "automi armati" o "robot killer" che, una volta attivati, sono progettati per interagire con l'essere umano e con l'ambiente in maggiore autonomia (*lethal autonomous weapons systems*). Mentre la prima categoria è ormai largamente praticata nelle operazioni belliche, la seconda è, per quello che si sa, ancora in fase di progettazione, ma sono già ampiamente studiati[25] i

[23] Droni possono essere impiegati per localizzare e neutralizzare materiale esplosivo (nell'operazione Iraqi Freedom del 2003 autonomi sottomarini sono stati impiegati, per la prima volta, per la bonifica da ordigni bellici in UMM QASR Harbor), per perlustrare e controllare il territorio (di robot-sentinella si sono, ad esempio, dotati la Corea del Sud, con i Samsung SGR-1, e le forze di difesa israeliane, con il sistema Sentry Tech, gli Stati Uniti con la tecnologia Swarms: veicoli autonomi, in grado di volare anche sincronizzati come uno sciame di api e progettati per raccogliere informazioni e dati sensibili). Rilevanti possono essere anche gli impieghi in campo medico per fornire assistenza a distanza e recuperare i feriti. Cfr. J. C. Rossi, *La guerra che verrà: le armi autonome*, SIS, Novembre 2016.

[24] Tutti i Paesi tecnologicamente avanzati utilizzano o si accingono a utilizzare sistemi automatici terrestri o aerei per identificare missili e razzi e rispondere automaticamente. Ad esempio l'*Iron Dome* israeliano e il *Phalanx Close-In Weapons System* americano. Il *Taranis*, inglese, e l'americano *X-47B* sono, invece, due sistemi aerei, in una fase avanzata di progettazione.

[25] Ad esempio dalla National Aeronautics and Space Adminstration (NASA), dall'Air Force Research Lab (AFRL), dal United States Department of Defense (US DOD): R. TITIRIGA, *Autonomy of Military Robots: Assessing the Technical and Legal ("Jus In Bello") Thresholds*, in "The John Marshall Journal of Information Technology & Privacy Law", 2016, 32, p. 59.

diversi gradi di automazione che potrebbero consentire di distinguere l'una dall'altra ipotesi e quindi di elaborare le tecnologie necessarie per compiere questo passaggio in relazione al grado di nocività rispetto agli esseri umani: frequenza di contatti con l'operatore umano indispensabili per un corretto funzionamento; abilità di reazione e adattamento alle incertezze ambientali; sicurezza nell'assumere le decisioni per portare a compimento la missione; capacità di apprendimento dagli eventi imprevisti.

Tuttavia, l'idea di un'arma autonoma e intelligente, sino al "robot killer", in effetti potrebbe indurre in errore. Le bombe intelligenti sono già "robot killer", in grado di seguire un obiettivo e di annientarlo. Tuttavia, esse non decidono mai di lanciarsi da sole né decideranno autonomamente dei bersagli, sostituendosi all'uomo nella scelta del nemico o nella scelta degli itinerari di guerra.

Ancora una volta, quindi, anche nel campo bellico robotica e intelligenza artificiale si prefigurano come una estensione e un potenziamento di qualcosa che l'uomo già fa: nel caso specifico un potenziamento della capacità di combattere. Un carro armato drone o un aereo drone rappresentano già un sofisticatissimo esempio di "robot killer", senza bisogno di immaginare qualcosa di antropomorfo, che probabilmente non riuscirebbe ad essere davvero pericoloso come temiamo.

Dal punto di vista tecnico si può affermare con una certa sicurezza che difficilmente un robot antropomorfo potrà diventare un "robot killer". Troppo complesso e inimitabile è il nesso fra la biomeccanica del corpo umano la capacità sensoriale e la capacità di improvvisare dell'umano rispetto ad un umanoide.

L'incremento di questi strumenti ha tuttavia portato diverse conferenze internazionali a porre il problema se siano ancora applicabili alle varie forme dei sistemi meccanici di automazione le regole che limitano l'uso della forza previste dal diritto internazionale dei conflitti (DICA). La lunga riflessione che ha cercato di ridurre gli abusi nelle operazioni militari (*ius in bello*) si è costruita nel tempo attorno a una serie di principi che dovrebbero garantire, anche dinanzi alle manifestazioni più estreme di violenza, il rispetto di quei valori minimi su cui riposa il senso di umanità (clausola Martens). Questi principi (necessità, proporzionalità, distinzione) stanno alla base delle consuetudini internazionali e costituiscono la premessa delle varie Dichiarazioni internazionali sull'uso delle armi. In particolare le quattro Convenzioni di Ginevra e i relativi protocolli addizionali. Questi principi dovrebbero essere sempre presenti in tutte le fasi del conflitto, dalle regole di ingaggio alle modalità del combattimento, facendo leva sulla capacità umana di ponderazione che dovrebbe essere in grado di limitare l'uso della forza a quanto è indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi bellici, distinguendo nettamente tra civili e militari.

Fino a che punto sarà possibile rispettare queste condizioni attraverso un controllo a distanza di armi automatizzate che sono/saranno sempre più efficienti quanto più in grado di reagire immediatamente e autonomamente? Come potrebbe il DICA, elaborato sul presupposto che siano gli esseri umani a combattere e uccidere altri esseri umani, limitare l'azione dei robot killer? Fino a quando non saremo in grado di convertire i nostri codici etici in codici macchina, sarà impossibile immaginare effettivi limiti alle capacità selettive e distruttive di sistemi robotici che saranno tanto più efficienti quanto più letali.

Dobbiamo prendere atto del fatto che è più facile programmare una reazione distruttiva che innestare un meccanismo inibitorio. Questa difficoltà cognitiva getta una luce inquietante sul nostro futuro. Ed è ancora più

angosciante il pensiero che non sappiamo neppure se saremo mai in grado di colmarlo. Non sono oggi alla nostra portata meccanismi in grado di distinguere o meno le differenti situazioni concrete. E sotto questo punto di vista le armi automatizzate e i robot armati determinano un'evidente asimmetria che modifica tutti i tradizionali parametri del diritto di guerra, perché chi arma il robot, non può essere ucciso: "l'etica del combattimento, slitta verso un'etica dell'esecuzione"[26]. Si riduce notevolmente il rischio personale dell'operatore, trasformando il pur atroce aspetto "cavalleresco" della sfida personale in una sorta di videogioco dove il limite tra l'immaginario e il reale potrebbe sfumare con ulteriore deresponsabilizzazione etica.

Si corre il rischio di portare fino alle estreme conseguenze l'indifferenza verso la morte. Inseguire un nemico, per un robot, significa registrare un impulso elettrico, decodificare un'immagine, costruire una correlazione tra un gesto e un bersaglio (*signature strikes*). Come programmare la distinzione tra civile e militare? Bambino e adulto? Aggressione e resa? Se è complicatissimo addestrare i robot a interpretare correttamente i gesti umani (semantica del corpo), possiamo far dipendere da questa interpretazione la vita o la morte?

Il problema etico della robotica militare è essenzialmente quello della responsabilità. Il robot è un'arma da combattimento controllata a distanza. Il controllo è fino a un certo punto, perché qualsiasi arma, per quanto "chirurgica" o "intelligente" possa essere, ha un *range* di distruzione incontrollabile, e la responsabilità del suo impiego ricade, a vari livelli, su tutta la catena operativa, dalla progettualità alla fabbricazione a chi ne decide l'impiego fino all'ultimo operatore che la comanda o telecomanda. Fin qui non ci sono differenze rispetto ad altre armi più o meno convenzionali e micidiali. La specificità allarmante della robotica è nel margine potenziale di incontrollabilità o autonomia che potrebbe configurarsi negli sviluppi tecnici. Si ritiene che tutto questo debba essere prevenuto e controllato e non possa essere in alcun modo una giustificazione o una riduzione di responsabilità**.**

Il robot, nelle migliori condizioni della programmazione, potrà essere "rispondente" non certo "responsabile". La responsabilità del suo uso sarà sempre e soltanto degli esseri umani, gli unici agenti morali in grado di rispondere alle domande relative all'eticità. Una risposta sul piano meccanico o automatica, per quanto complessa o imprevedibile, non equivale ad una decisione morale.

Emerge anche un grave problema di trasparenza. Uno degli elementi essenziali della responsabilità dei militari per gli abusi commessi in violazione del DICA è la ricostruzione della catena di comando. Nel caso dell'impiego militare dei robot più cresce la loro autonomia più diventa difficile individuare un soggetto specifico a cui imputare una determinata azione. Dove finiscono le responsabilità di chi programma (a cui è chiesto di realizzare la massima efficienza nell'agire e reagire) e dove iniziano quelle di chi attiva un robot? Non ha senso, domandare se i droni violino i diritti umani. Non lo fanno. Non sono i droni a farlo, ma il contesto complessivo in cui sono usati e che contribuiscono a determinare.

Tutto questo rende estremamente urgente una presa di posizione della comunità internazionale, attraverso un protocollo aggiuntivo alla Convenzione di Ginevra per regolare e limitare gli sviluppi della nascente tecnologia delle armi

[26] G. CHAMAYOU, *Théorie du Drone*, tr. it. Derive Approdi, Roma 2013.

autonome. Alcuni Stati (Ecuador, Cuba, Egitto, Pakistan, Stato del Vaticano) hanno persino richiesto una sua totale messa al bando[27].

La dimensione virtuale del nemico, trasformato in un algoritmo che attiva altri algoritmi ricade anche sui controlli di polizia, vanificando la differenza tra impiego militare e impiego civile dei robot. La costante presenza della minaccia impone un controllo sistematico e continuo di qualsiasi immagine e comunicazione circoli per il mondo. Un controllo condotto, a priori, su tutto e su tutti, al di fuori di qualsiasi specifica situazione di belligeranza. Se la guerra è dovunque, anche il controllo deve giungere dovunque, sospendendo alcuni diritti fondamentali o meglio rendendo assolutamente impensabili alcuni diritti come quello alla *privacy* o a un giusto processo. Il problema dell'utilizzazione dei robot per fini di polizia presenta innegabili vantaggi (maggior capillarità, riduzione dei costi, possibilità di impiegare le risorse umane in altri compiti), ma potrebbe determinare una forte limitazione dei principi di libertà e riservatezza. A maggior ragione se i dati forniti dal controllo attraverso sistemi robotici sono incrociati con altri dati sensibili e utilizzati per classificare e profilare la cittadinanza. È necessario, quindi, un intervento legislativo che preveda le condizioni di utilizzazione dei droni o di qualsiasi altro strumento di automazione utilizzato per fini di controllo e polizia del territorio, prevedendo un controllo giudiziario sull'acquisizione, la conservazione e l'utilizzazione delle immagini. Dovrà, in ogni caso, essere garantita la trasparenza dei processi decisionali e il diritto all'informazione dei cittadini. L'impiego di sistemi meccanici di automazione capaci di uccidere (*lethal weapons systems*), per operazioni di polizia, dovrebbe essere riservato solo a situazioni eccezionali, preventivamente autorizzate dall'autorità giudiziaria.

Infine questi sistemi, sia bellici che di protezione civile, pongono dei problemi in termini di sicurezza. Come tutte le macchine "telecomandate" possono essere soggette a degli errori di non funzionamento o esposte a pirataggio da hacker o da parte degli stessi nemici, non realizzando le finalità e gli interessi di coloro che l'hanno progettato e programmato.

Tuttavia va considerato che in una società connessa, come quella verso la quale andiamo, potrebbe essere danneggiata più da un hacker che da un "robot killer". Bloccare "internet of things" in teoria consentirebbe di fermare la vita di un intero Paese: semafori, scambi ferroviari, canali di deflusso dighe, sistemi di controllo aereo, sistemi di sicurezza di centrali elettriche, industrie, ecc. Le vittime di uno scenario di questo tipo potrebbero essere molte di più di quelle fatte da tante "armi intelligenti" e basterebbe solo un software.

Forse l'arma più intelligente non è quella sul campo di battaglia, ma quella che "controlla i sistemi di controllo" di una società digitale.

V. Il problema della responsabilità giuridica

La questione è quella di individuare sotto l'aspetto giuridico di chi sia la responsabilità nel caso in cui il funzionamento o il cattivo funzionamento di un robot causi danni a degli esseri umani o all'ambiente più in generale.

Qualora si pensi ad un robot in movimento, ma non provvisto di una intelligenza in grado di renderlo un agente autonomo in grado di fare scelte, la responsabilità giuridica non sembra essere così complicata: potrà essere

[27] Esiste anche una ONG, *The Campaign to Stop Killer Robots*, che si batte per la totale proibizione dei *lethal autonomous weapons systems* (https://www.stopkillerrobots.org/).

attribuita, a seconda delle scelte dei singoli ordinamenti giuridici, ora al costruttore (progettista, programmatore, produttore, team) o al venditore, o al proprietario/utente del robot. Si può prevedere una responsabilità "condivisa" o "distribuita". Si può ancora discutere del risarcimento del danno e stabilire come vada identificato e calcolato e quale forme di assicurazione debbano essere previste come obbligatorie.

Certo debbono essere garantiti meccanismi di "tracciabilità", per la ricostruzione dei processi decisionali e le responsabilità della macchina. Questa nozione indica la necessità che il costruttore debba assicurarsi che le tappe decisionali del robot siano sottomesse alla ricostruzione, così da poter determinare precisamene da un punto di vista tecnico le cause di tutte le azioni/omissioni originarie di un robot, analizzando i suoi algoritmi di programmazione. "I processi di decisione di un robot debbono poter essere ricostruiti al fine della risoluzione dei contenziosi; in altri termini questa tracciabilità è necessaria per poter determinare a partire dai dati interni del robot quale obiettivo egli perseguiva effettivamente nel momento in cui ha causato dei danni particolari"[28].

La tracciabilità dei processi con cui i robot già prendono determinate decisioni (in ambito finanziario, ad esempio) riveste un ruolo fondamentale anche al fine di poter individuare eventuali vizi nella motivazione della decisione adottata: vizi da far valere in sede di tutela di diritti eventualmente violati.

Anche la Commissione degli Affari Giuridici del Parlamento europeo nel suo già menzionato progetto sottolinea l'importanza della tracciabilità: "É necessario creare un sistema di registrazione dei robot creato sulla base di criteri di classificazione dei robot, al fine della tracciabilità e in vista di facilitare la messa in opera di raccomandazioni ulteriori"[29].

Tuttavia, come già detto, siamo ancora lontani dalla capacità di creare robot capaci di prendere decisioni e di metterle in atto, indipendentemente dal controllo esterno. Non si può ancora parlare di robot come "persone elettroniche" nel senso di agenti morali. Tra l'altro per le ragioni evidenziate non sono neanche "pazienti morali", perché solo gli esseri viventi sono in grado di patire, mentre un robot non può farlo, non ha capacità emotive, semmai può simulare le emozioni, ma non può sentire né dolore né piacere. Ma se non sono agenti morali non lo sono neanche sotto l'aspetto giuridico e allora si dovranno evitare le "trappole antropomorfiche" che costringono a parlare dell'argomento accantonando le vecchie categorie etiche e giuridiche per inventarne di nuove.

Allo stato attuale, quindi, siamo distanti da potere avere robot le cui caratteristiche conducano ad un'attribuzione di responsabilità diretta. Non è però possibile escludere in via definitiva in futuro che potenziate capacità decisionali autonome dei robot non possano consigliare di riflettere su tale possibilità.

Pertanto, in merito all'aspetto giuridico della robotica, si ritiene che la possibilità di avere categorie giuridiche diverse da quelle attualmente esistenti per altri strumenti meccanici già utilizzati (auto, aereo, ecc.), non possa che passare attraverso la quantità di controllo che viene ceduta dal programmatore o dal proprietario all'autonomia del robot e se quest'ultimo è munito di un'intelligenza artificiale tale da poter fare scelte proprie e confrontarsi con

[28] L.D. RIEK, D. HOWARD, *A Code of Ethics for the Human-robot Interaction Profession*, in *Proceedings of We robot*, 2014, p. 6.
[29] *Progetto di relazione del parlamento europeo*, cit., p. 14.

l'ambiente, modificando le proprie scelte e posizioni rispetto alla programmazione. Tuttavia fin da ora è possibile prevedere nuove categorie di rischio e di responsabilità date dall' imprevedibilità e dalla crescita di autonomia e di apprendimento del robot. Un regime di assicurazione obbligatoria appare necessario, così come un fondo di risarcimento a cui tutte le parti (produttore, programmatori, proprietari, utenti) potrebbero contribuire[30].

A differenza degli altri settori, dove lo sviluppo tecnologico produce "oggetti" utilizzati dall'uomo, in questo caso saranno creati "soggetti" muniti di IA in larga parte autonomi rispetto all'uomo. E, preoccupati, allora, per l'impatto possibile della robotica sulla sicurezza, la vita privata, l'integrità, la dignità e l'autonomia degli esseri umani, sarà possibile rendersi conto come sia insufficiente applicare ai robot i regimi e le dottrine giuridiche esistenti alla luce delle tradizionali categorie giuridiche (persone fisiche, persone giuridiche, beni mobili). E diversi settori sociali ed operativi (in modo particolare i settori medico, assistenziale e militare) non potranno fare a meno di considerare con l'ingresso dei robot, la necessità di un codice di condotta il più possibile riconosciuto universalmente, che risulti vincolante anche normativamente nell'interesse sia dei cittadini che delle imprese.

VI. Raccomandazioni

Il CNB e il CNBBSV, consapevoli della complessità di una tecnologia in continua evoluzione scientifica, esprimono alcune raccomandazioni sulle applicazioni robotiche nell'ambito sociale, medico, militare e giuridico.

In ambito sociale:

1. La rilevanza di una informazione critica ai cittadini sugli sviluppi, sulle potenzialità e sui limiti della robotica e dell'intelligenza artificiale, al fine di acquisire una consapevolezza critica ed evitare reazione emotive di eccessivo entusiasmo o repulsione, influenzati da scenari fantascientifici e poco realistici e la rilevanza di studi per aiutare la formazione dei cittadini allo sviluppo delle capacità tecnologiche indispensabili nell'era della rivoluzione robotica.

2. La necessità della promozione di un'analisi interdisciplinare dell'impatto della robotica sulla società (con particolare attenzione al lavoro), con attenzione all'impatto psicologico ed emotivo, e della implementazione di strategie per evitare la dipendenza robotica e la sostituzione dell'uomo con le macchine, con l'obiettivo di valorizzare il lavoro umano nell'era robotica.

3. La considerazione centrale del *robotic divide* e dell'importanza di evitare la discriminazione tra inclusi (chi sarà inserito nella società tecnologica e robotica) e esclusi (per incapacità di acquisire, nei temi, le capacità necessarie) e della importanza di promuovere modalità di assistenza a chi si trova in condizioni di "vulnerabilità tecnologica" (es. anziani, persone con disabilità cognitive).

4. La esigenza di implementare codici etici per programmatori di robot e di comitati etici per la ricerca robotica, che agevolino la discussione interdisciplinare tra esperti in ambito scientifico, etico e giuridico nell'ambito della rapida innovazione robotica.

[30] In tal senso le raccomandazioni del *Progetto di Relazione*, *cit*., p. 12.

5. L'importanza di introdurre lo studio dell'etica nei corsi di ingegneria e informatica, per sollecitare sin dalla formazione la capacità di ragionamento morale nell'ambito delle nuove tecnologie robotiche.

In ambito medico:

1. Promuovere una adeguata sperimentazione della robotica in ambito chirurgico o dell'assistenza al fine di garantire condizioni per l'integrità fisica e psichica dell'utente, spiegando i rischi e i benefici da evidenziare anche nel consenso informato all'uso di robot.

2. Garantire sia un equo accesso alle tecnologie robotiche, sia che l'uso di robot sia quello di assistere e non di sostituire l'uomo, così da evitare di delegare alla macchina il compito umano insostituibile della cura e assistenza.

3. La necessità che l'introduzione della robotica nella medicina implichi sempre la considerazione reale dei benefici, della complessità del cambiamento completo della struttura dei servizi e il carico economico che ciò comporta.

In ambito militare, di polizia e di sorveglianza:

1. L'esigenza di implementare gli studi sulla problematicità etica della robotica militare, evidenziando i limiti e le conseguenze relativamente al principio responsabilità uomo/macchina autonoma.

2. L'urgenza di una presa di posizione della comunità internazionale, attraverso un protocollo aggiuntivo alla Convenzione di Ginevra per regolare e limitare gli sviluppi della nascente tecnologia delle armi autonome.

In ambito giuridico:

1. Prevedere in merito alla responsabilità giuridica dei robot, fin d'ora, delle tutele e garanzie per i cittadini, per gli utenti e per le imprese, al fine di evitare, nella misura del possibile, che la condotta dei robot possa cagionare danni, considerato che non si tratta tanto di creare leggi per i robot intelligenti, ma di creare regole per gli umani che a tali macchine si affidano per ampliare le proprie capacità, qualunque esse siano.

2. Prevedere, in ogni caso, la copertura per i danni che i robot potrebbero causare agli utenti, alla popolazione o all'ambiente, anche tenendo conto della quantità di autonomia e capacità di apprendimento del robot e pertanto di controllo che viene ceduto dal programmatore o dal proprietario.

3. Si auspica una normativa che sia unitaria almeno nell'Unione Europea per assicurare coerenza e certezza giuridica.